

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zařízení pro osazování kabelů lisovacími dutinkami
Equipment for Cable Deploying by Pressing Ferrules

Student:

Kamil Kubeša

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Kamil Kubeša**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje
Téma: **Zařízení pro osazování kabelů lisovacími dutinkami**
Equipment for Cable Deploying by Pressing Ferrules

Zásady pro vypracování:

V rámci zadání bakalářské práce specifikujte problém a zpracujte základní rešerši. Navrhněte konstrukci zařízení pro automatické osazování kabelu (LICNA, LANKO) s lisovací dutinkou a izolací. Součástí práce bude 3D model a 2D výkresová dokumentace vytvořená. Základní parametry osazovaného kabelu: kabel LICNA (lanko), průměr kabelu bez izolace $d_1 = 0,75\text{mm}$ až 1mm , průměr kabelu s izolací (bužirkou) $d_2 = 2\text{mm}$ až 3mm , délka odizolovaného konce $L = 10\text{mm}$ až 15mm . Základní parametry lisovacích dutinek s izolací: DI 1-8 (průměr-délka), DI 2,5-8 (průměr-délka). Bližší specifikaci jednotlivých parametrů zařízení určí zadavatel - Ing. David Schiedek

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vydání, Praha: Ediční středisko ČVUT v Praze, 1999. 119 s.
LEINVERT, J. - ŘASA, J. - VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: Scientia, Praha, 1999. ISBN 80-7183-164-6
KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře - části spojovací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TUO, Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1290-8
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: ČNI, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: ČNI, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Petr Kozák

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě
20.5.2013

.....
Kubesa
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

20.5.2013

V Ostravě :



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Kamil Kubeša

Adresa trvalého pobytu autora práce:

SPC F/23, Krnov, 79401

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KUBEŠA, K. *Návrh zařízení pro osazování kabelů lisovacími dutinkami: bakalářská práce*. Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2013, 63 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem zařízení pro osazování kabelů lisovacími dutinkami. V práci je zpracována rešerše o osazovacích komponentech a lisovacích zařízeních. Konstrukční návrh zařízení byl zpracován formou 3D modelů v programu INVENTOR 2012. Výkresová dokumentace osazovacího zařízení je součástí bakalářské práce ve formě příloh.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KUBEŠA, K. *Equipment for Cable Deploying by Pressing Ferrules: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2013, 63 s. Thesis head: doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.

Bachelor thesis deals with the structural design of equipment for Cable Deploying by Pressing Ferrules. Short search of retrofit components and compression equipment. Engineering design equipment was prepared by a 3D model with Inventor 2012th. Complete drawings Equipment for Cable Deploying is part of the bachelor thesis in the form enclosure.

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Friesovi, Ph.D. a konzultantovi z firmy Benekov Ing. Petrovi Kozákovi za čas strávený konzultacemi, podmětné připomínky a odbornou pomoc při psaní bakalářské práce. Také chci poděkovat přímo firmě Benekov, která mi dovolila zpracovávat bakalářskou práci.

Obsah

Seznam použitých značek.....	9
1. Úvod	13
2. Osazovací komponenty	14
2.1 Lisovací koncovky	14
2.1.1 Dutinky žilové koncové izolovaná	14
2.1.2 Dutinky koncové dvojité žilové.....	16
2.1.3 Žilová dutinka koncová neizolovaná.....	17
2.1.4 Stáčená kabelová oka.....	17
3. Lisovací zařízení.....	18
3.1 Lisovací zařízení ruční	19
3.1.1 Lisovací kleště (boční).....	19
3.1.2 Lisovací kleště s čelním zavedením (přímé)	20
3.1.3 Lisovací kleště na miniaturní konektory.....	20
3.1.4 Lisovací kleště se čtyřmi trny	21
3.1.5 Lisovací kleště Knipex multicrimp	22
3.2 Lisovací zařízení strojové	22
3.2.1 Elektrické lisovací přístroje	23
3.2.2 Pneumatické lisovací přístroje.....	25
3.2.3 Elektropneumatické lisovací přístroje	25
3.2.4 Akumulátorové hydraulické kleště	26
4. Návrh technického řešení.....	27
4.1 Návrh lisovacího zařízení.....	27
4.1.1 Návrh tlačně pružiny	28
4.1.2 Návrh a kontrola závitu vodících tyčí	31
4.2 Návrh mechanismu lisovacího zařízení	35
4.2.1 Návrh vačky.....	35

4.2.2 Návrh krokové motoru pro pohon vačkové hřídele.....	37
4.2.3 Návrh spojky pro vačkovou hřídel	38
4.2.4 Výpočet vačkové hřídele ze zkrutu	39
4.2.5 Návrh a volba ložisek	41
4.2.6 Návrh a výpočet tolerance vačkové hřídele.....	42
4.2.7 Výpočet nalisování vačky.....	46
4.3 Návrh pásového dopravníku	47
4.3.1 Návrh pásu dopravníku.....	47
4.3.2 Návrh bubnu dopravníku	48
4.3.3 Kompletní pásový dopravník	48
4.4 Návrh rámu zařízení	49
4.5 Celková sestava	53
5. Závěr	54
6. Seznam použité literatury	55
Seznam obrázků	56
Seznam tabulek	58
Seznam výkresů.....	58
Přílohy	59

Seznam použitých značek

D	Střední průměr pružiny	[mm]
D _e	Vnější průměr pružiny	[mm]
D _i	Vnitřní průměr pružiny	[mm]
D _d	Průměr vodícího trnu	[mm]
D _h	Průměr vodícího pouzdra	[mm]
F _T	Třecí síla	[N]
F _N	Normálová síla	[N]
F _{lis}	Lisovací síla	[kN]
F _s	Osová síla v šroubu	[N]
F _n	Síla vyvinutá pružinou při stavu plně zatíženém	[N]
G	Modul pružnosti ve smyku	[MPa]
J _p	Průřezový modul	[mm ⁴]
L ₀	Délka pružiny ve stavu volném	[mm]
L _h	Délka hřídele	[mm]
L _n	Délka pružiny v plně zatíženém	[mm]
M _k	Krouticí moment	[N·m]
P	Výkon	[W]
P _h	Stoupání	[mm]
R	Tuhost pružiny	[N·mm ⁻¹]
R _e	Mez kluzu v tahu	[MPa]
Q	Tíhové zatížení	[N]
Q _p	Tíhové zatížení jedné pružiny	[N]

W_k	Modul průřezu v krutu	$[\text{mm}^3]$
a_{\max}	Maximální zrychlení vačky	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
b_c	Šířka vačky	$[\text{mm}]$
b_r	Šířka kladky	$[\text{mm}]$
c_n	Rozměrová konstanta náboje	$[-]$
d	Průměr drátu	$[\text{mm}]$
d_1	Průměr hřídele	$[\text{mm}]$
d_2	Průměr náboje	$[\text{mm}]$
d_2	Střední průměr závitu	$[\text{mm}]$
d_3	Nejmenší průměr závitu	$[\text{mm}]$
e	Excentricita	$[\text{mm}]$
f	Koeficient tření mezi hřídelí a nábojem	$[-]$
f_z	Součinitel smykového tření	$[-]$
g	Gravitační zrychlení	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$
h_{\max}	Zdvih vačky	$[\text{mm}]$
j_{\max}	Maximální puls	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-3}]$
k	Bezpečnost	$[-]$
k_p	Bezpečnost prokluzu	$[-]$
k_s	Statická bezpečnost	$[-]$
l	Délka náboje	$[\text{mm}]$
m_ξ	Hmotnost čelistí	$[\text{kg}]$
n	Otáčky	$[\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}]$
n	Počet činných závitů	$[-]$
p_{\min}	Minimální tlak	$[\text{MPa}]$

p_{\max}	Maximální tlak na vačku	[MPa]
r_0	Základní poloměr vačky	[mm]
r_r	Poloměr kladky	[mm]
s_n	Deformace stlačení pružiny v plně zatíženém stavu	[mm]
Δt	Teplota potřebná k nasazení	[°C]
$t_{\text{okolí}}$	Teplota okolí	[°C]
v_{\max}	Maximální obvodová rychlost vačky	[m·s ⁻¹]
α_n	Součinitel teplotní roztažnosti	[m·°C ⁻¹]
β	Koeficient neznámého krutu	[-]
β	Úhel profilu závitu	[°]
σ_t	Napětí v tahu	[MPa]
σ_{Dov}	Dovolené napětí v tahu	[MPa]
σ_{RED}	Redukované napětí	[MPa]
σ_{r1}	Radiální napětí na $\varnothing d_1$	[MPa]
σ_{r2}	Radiální napětí na $\varnothing d_2$	[MPa]
σ_{t1}	Tečné napětí na $\varnothing d_1$	[MPa]
σ_{t2}	Tečné napětí na $\varnothing d_2$	[MPa]
τ	Napětí v krutu	[MPa]
ψ	Úhel stoupání	[°]
$\hat{\varphi}$	Úhel zkroucení	[rad]
φ	Úhel zkroucení	[°]
φ'	Třecí redukovaný úhel	[°]
v	Montážní vůle	[mm]
γ	Zkrut	[-]

γ_{\max}	Maximální uhel přenosu	[°]
ω	Úhlová rychlost	[rad·s ⁻¹]

1. Úvod

Předmětem technického a konstrukčního řešení bude návrh zařízení pro osazení kabelů lisovacími dutinkami. Kabely jsou osazovány komponenty, které potom zvyšují lepší a komfortnější zapojení do svorkovnic a jiných elektrických zařízení.

Při zavedení velkosériové výroby, již není vhodné lisovat kabely jednotlivě v lisovacích kleštích, proto mým úkolem je vymyslet zařízení pro osazování kabelů lisovacími dutinkami ve větším množství.

Úkolem je ulehčit práci lidem, kteří osazují kabely ručně, takže osazování bude prováděno strojově mým navrženým zařízením. Dalším úkolem bylo vymyslet podavač drátu, který by si automaticky přisouval kabely k zpracování. Zadáni práce pochází od firmy Benekov Horní Benešov. Celá práce je zhotovena podle požadavků zadání. K navrhování a konstruování budu využívat programu INVENTOR 2012.

2. Osazovací komponenty

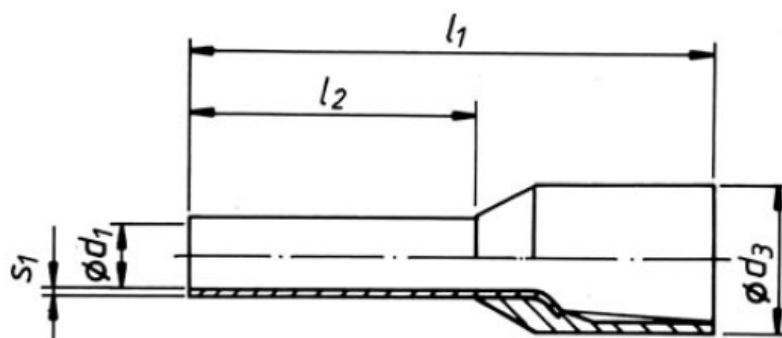
Osazování kabelů se využívá v elektro průmyslu, kde za použití tlaku na lisovací dutinku je zdeformována a připevněna k danému elektrickému kabelu. Osazujeme kabely o různých průřezech od 0,25 – 240 mm². Dutinky se lisují v různých profilech slisu (lichoběžníkových, elipsových, kruhových, hvězdicových atd.).

2.1 Lisovací koncovky

Lisovací koncovky je ukončení kabelu pro lepší a stálou vodivost mezi kabelem a elektrickou svorkovnicí. Máme různé typy konektoru, neizolované, izolované s rozšířeným límcem, RJ konektory, rychlospojky a další.


















2.1.1 Dutinky žilové koncové izolované

Tato dutinka (obr 2.1) se skládá z měděné dutinky galvanicky pocínované s rozšířeným límcem, který je vyroben z umělé hmoty (polypropylenu), pocínovaná část je potom zdeformována lisovacím zařízením. Každý průměr lisovací dutinky má své barevné označení. Rozměry jsou normalizované podle DIN 46228 (tab. č. 2.1).



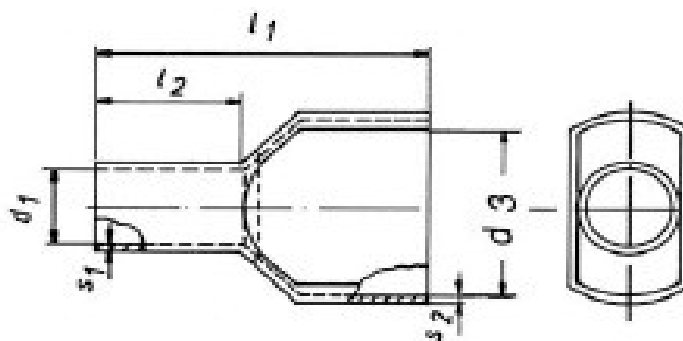
Obr. 2.1 - Dutinka žilová koncová izolovaná [8]

Tab. 2.1 - Rozměry izolovaných dutinek podle DIN 46228 [8]

jmenovitý průřez mm²	objednávací číslo	barva	rozměr mm					nářadí	 1000 ks ~ kg	 balení ks	
			d ₁	d ₃	l ₁	l ₂	s ₁				
0,14	166/GR 166/GRL	šedivá	0,7	2,3	10,4 12,4	6 8	0,12	tabulka strana 6.09 – 6.10	0,035 0,040	1000	
0,25	167/H 167/HL	světle modrá	0,8	2,3	10,4 12,4	6 8	0,15		0,045 0,050	1000	
0,34	168/T 168/TL	tyrkysová	0,8	2,5	10,4 12,4	6 8	0,15		0,045 0,050	1000	
0,5	169/OK 169/O 169/OH	oranžová	1	3	12 14 16	6 8 10	0,15		0,070 0,070 0,085	1000	
0,75	170/WK 170/W 170/WH 170/WL	bílá	1,2	3,2	12,4 14,6 16,4 18,4	6 8 10 12	0,15		0,080 0,080 0,100 0,105	1000	
1	171/GK 171/G 171/GH 171/GL	žlutá	1,4	3,5	12,4 14,6 16,4 18,4	6 8 10 12	0,15		0,090 0,100 0,120 0,125	1000	
1,5	172/RK 172/RO 172/RH 172/RM 172/RL	červená	1,7	4	12 14,6 16,4 18,4 24,4	6 8 10 12 18	0,15		0,105 0,110 0,130 0,140 0,190	1000	
2,5	173/B 173/BH 173/BL	modrá	2,3	4,9	15,2 19 25	8 12 18	0,15		0,150 0,200 0,250	1000	
4	174/GR 174/GRIH 174/GRL	šedá	2,9	5,5	16,5 19,5 25,5	10 12 18	0,15		0,210 0,250 0,320	1000	
6	175/S 175/SL	černá	3,5	6,3	20 26	12 18	0,2		0,350 0,460	100	
10	176/E 176/EL	slonovina	4,5	8	21,5 27,5	12 18	0,2		0,450 0,650	100	
16	177/GR 177/GRL	zelená	5,8	9,6	22,2 28,2	12 18	0,2		0,650 0,800	100	
25	178/BR 178/BRL	hnědá	7,3	12,1	29 35	16 22	0,2		1,600 2,000	50	
35	179/B 179/BL	běžová	8,3	13,6	30 39	16 25	0,2		1,900 2,500	50	
50	180/O 180/OL	olivová	10,3	16,4	36,4 41,4	20 25	0,35		3,300 4,000	50	

2.1.2 Dutinky koncové dvojité žilové

Tato dutinka (obr. 2.2) se skládá z měděné dutinky galvanicky pocínované s rozšířeným límcem, který je vyroben z umělé hmoty (polypropylenu). Rozměry jsou normalizovány dle DIN 46228 viz Tab č 2.2



Obr. 2.2 – Dutinka dvojitá žilová [8]

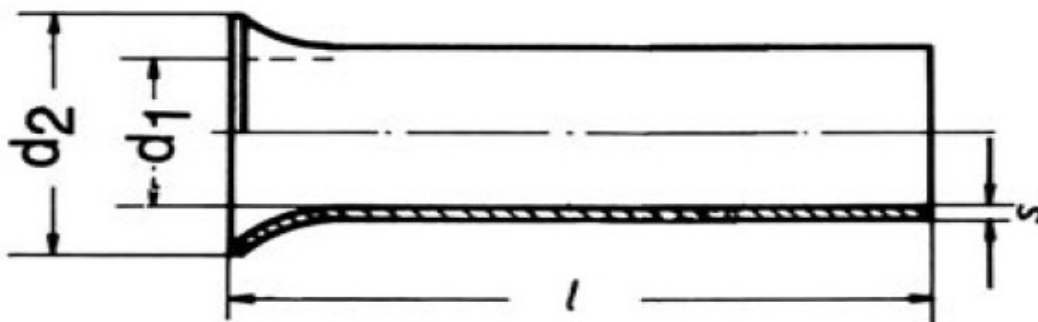
Tab. 2.2 - Rozměry dvojitých žilových dutinek podle DIN 46228 [8]

jmenovitý průřez mm ²	objednávací číslo	barva	rozměr mm						nářadí	balení ks
			d ₁	d ₃	l ₁	l ₂	s ₁	s ₂		
2 x 0,5	869/8	bílá	1,5	2,5 / 4,7	15	8	0,15	0,25	tabulka strana 6.09 – 6.10	1000
2 x 0,75	870/8 870/10	šedá	1,8	2,8 / 5	15 17	8 10	0,15	0,25		1000
2 x 1	871/8 871/10	červená	2,05	3,4 / 5,4	15 17	8 10	0,15	0,3		1000
2 x 1,5	872/8 872/12	černá	2,3	3,6 / 6,6	16 20	8 12	0,15	0,3		1000
2 x 2,5	873/10 873/13	modrá	2,9	4,2 / 7,8	18,5 21,5	10 13	0,2	0,3		1000
2 x 4	874/12	šedá	3,8	4,9 / 8,8	23	12	0,2	0,3		100
2 x 6	875/14	žlutá	4,9	6,9 / 10	26	14	0,2	0,4		100
2 x 10	876/14	červená	6,5	7,2 / 13	26	14	0,2	0,4		100
2 x 16	877/14	modrá	8,3	9,6 / 18,4	30	14	0,2	0,4		100



2.1.3 Žilová dutinka koncová neizolovaná

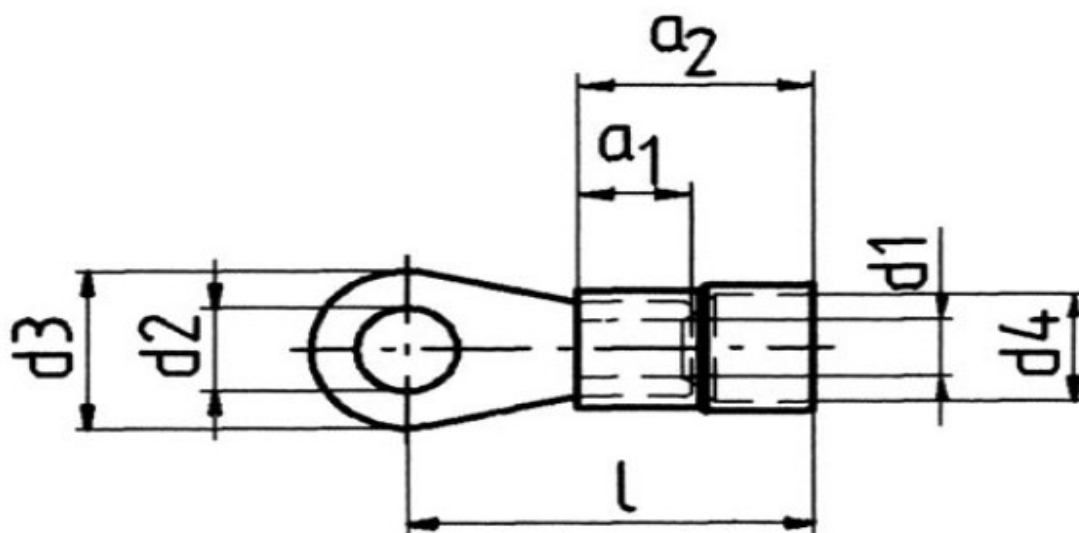
Jmenovitý průřez neizolované dutinky $0,5 \text{ mm}^2 - 50 \text{ mm}^2$, povrch galvanicky pocínován popřípadě galvanicky postříbřen. Dutinka (obr. 2.3) je z materiálu měděného. Větší rozměry než 50 mm^2 , nejsou normalizovány, ale je možné je zakoupit.



Obr. 2.3 – Dutinka neizolovaná [8]

2.1.4 Stáčená kabelová oka

Oka (obr. 2.4) jsou normalizována dle DIN 46237, prstencový tvar a z materiálu měděného, nebo ocelového. Teplotně odolné až do 105 °C , izolovány z polypropylenu. Další možné tvary jsou vidlicové.



Obr. 2.4 – Stačené kabelové oko [8]

3. Lisovací zařízení

Zařízení na osazování kabelů můžeme rozdělit do dvou skupin, podle toho jak pracují:

1. Ruční
2. Strojové

Ruční lisovací zařízení jsou takové, při kterých lidský element musí vynaložit sílu na zalisování dutinky. Na takové lisování se používají kleště na různé průřezy kabelů a profilu slisu. Tento druh lisování se využívá u málo sériové výroby, kde není zapotřebí lisovat velké množství dutinek. Výhoda ručního lisování je jeho mobilita, že lze kleště přenášet. Lisovací kleště se také dělí podle konektoru, které lisují. Jsou kleště na síťové kabely (RJ45) a (RJ 11/12), kabelové oka, dutinky s izolací a bez izolace. Dále můžeme rozdělit podle toho, jestli jsou čelní, nebo boční na boční lisování, pro miniaturní konektory, lisování spojek a dalších elektrických vodičů. Jednou z největších firem dodávající tyto kleště je německá firma KNIPEX. Která má dlouholetou tradici ve výrobě kleští pro elektro průmysl.

Výhody:

- pro neletované elektrické spoje;
- obsluha dvěma rukama pro jednoduché zalisování velkých průřezů vodičů;
- konstantně stálá lisovací délka díky precizním profilům;
- díky pákovému poměru nižší vyvozená síla;
- vyměnitelnost lisovacích čelistí;
- různé druhy tvaru slisu kabelů;
- mobilita lisovacích kleští;
- malé rozměry;
- nízká hmotnost.

Nevýhody:

- časová náročnost úkonu při větším počtu lisovaných součástí;
- vynaložení lidské síly.

3.1 Lisovací zařízení ruční

3.1.1 Lisovací kleště (boční)

Kleště s bočním lisováním (obr. 3.1 a 3.2), jsou nejrozšířenější. Používají se na lisování koncových žilových dutinek (izolovaných, neizolovaných). Jednoduchá obsluha, u některých typu je možná výměna čelistí (větší průřezy kabelů, jiné tvary slisu). Na (obr. 3.1) vidíme boční lisovací kleště, které mají dlouhé ramena, které umožňují vyvinout menší lisovací sílu. Dále jsou doplněny o přidržovač (zachytí vyvinout sílu od ramene kleští a nepovolí, není třeba vyvíjet stalou sílu, ale v dávkách), nebo o břity pro odizolování kabelů. Na (obr. 3.2) jsou vybaveny kleště odizolovávacími břity.



3.1.2 Lisovací kleště s čelním zavedením (přímé)

Přímé lisovací kleště (obr. 3.3) mají stejné využití jako kleště s bočním lisováním, jediným rozdílem, zavedení lisované dutinky je zepředu do čelisti kleští. Mohou být taky vybaveny odizolovávacími břity, nebo také vyměnitelnými čelistmi. Na (obr. 3.3) lisovací kleště s čelním zavedením s rozsahem průřezu slisování od $0,5 - 6 \text{ mm}^2$.



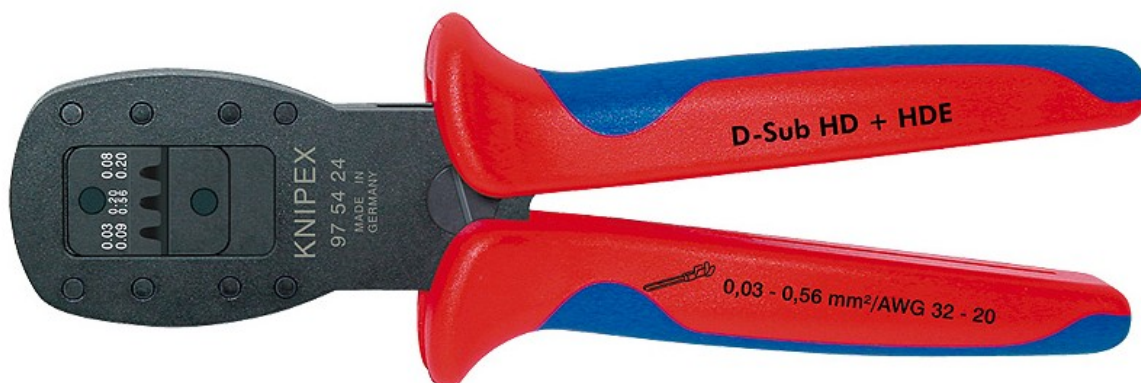
Obr. 3.3 - Lisovací kleště s čelním zavedením KNIPEX 97 81 180 [9]

3.1.3 Lisovací kleště na miniaturní konektory

Do této kategorie spadají kleště s malým lisovacím průřezem ($0,03 - 0,56 \text{ mm}^2$). Lisovacími kleštěmi na miniaturní konektory lisujeme konektory typu D-Sub, HD 20, Micro Timer, MQS. Kleště KNIPEX 97 54 24, které jsou na (obr. 3.5), se využívají na konektory typu D-Sub a HD. Výhoda kleští je pomůcka pro přesné polohování viz (obr 3.4) miniaturních konektoru D-Sub .



Obr. 3.4 - Pomůcka pro přesné polohování [9]



Obr. 3.5 - Lisovací kleště na miniaturní konektory KNIPEX 97 54 24 [9]

3.1.4 Lisovací kleště se čtyřmi trny

Kleště se čtyřmi trny (obr. 3.6) se využívají k lisování soustružených kontaktů. Základním principem je vtlačování čtyř trnů pro nejkvalitnější krimpované spoje. Soustružené kontakty se používají pro mimořádné náročné konektorové spoje např. v lékařství, nebo letecké technice. Vysoce kvalitní a spolehlivý krimpovaný spoj, lze vytvořit jen pouze absolutně přesnými kleštěmi, které jsou schopny dodržet hloubku krimpování s přesností na 0,01 mm. Jemné nastavování tlaků pro různé průřezy vodičů pomocí nastavovacího kolečka. [7]



Obr. 3.6 - Lisovací kleště se čtyřmi trny KNIPEX 97 52 65 DG [9]

3.1.5 Lisovací kleště Knipex multicrimp

Multicrimp jsou komfortní kleště od firmy KNIPEX (obr 3.10). Jejich komfort spočívá v jednoduchosti výměny čelistí a jsou schopny lisovat až několik druhů konektorů. Můžeme lisovat neizolované otevřené konektory o průřezech od 0,5 – 6 mm², izolovaná kabelová oka o průřezech od 0,5 – 6 mm², koncové dutinky o průřezech od 0,25 – 6 mm², neizolovaná kabelová oka a konektory a neizolované spojovací články. Velikou výhodou těchto kleští je jejich multifunkčnost.



Obr. 3.7 - Lisovací kleště MULTICRIMP KNIPEX [9]

3.2 Lisovací zařízení strojové

To jsou takové zařízení, u kterých lidský element nemusí vynaložit vlastní sílu. Zařízení je buď poháněno hydraulicky, pneumaticky nebo elektricky, nebo kombinací těchto druhů pohonů.

Výhody:

- rychlost lisování (efektivita);
- lisování velkých průřezů;
- stále stejná lisovací síla;
- vyměnitelnost čelistí.

Nevýhody:

- větší stroje nepřenosné;
- finančně dražší;
- údržba stroje;
- větší rozměry a hmotnost.

3.2.1 Elektrické lisovací přístroje

Lisovací přístroj EC 65 (obr 3.12) je na různé typy kabelových koncovek, to je zajištěno vyměňujícími čelistmi. Tento přístroj lisuje průřezy kabelů $0,1-50\text{mm}^2$. Tento přístroj lisuje kabelové oka, dutinky s izolací a bez izolace, soustružené kontakty:

- dodáván s nožním ovládáním;
- digitální počítadlo;
- max. lisovací síla 10 kN;
- napájení 230 V / 50 Hz;
- rozměry 140 x 220 x 320 mm.



Obr. 3.8 - Lisovací přístroj EC 65 [6]

Elektrický lisovací přístroj EP D 0141 (obr 3.13) na dutinky s izolací i bez izolace:

- lisovací délka 13 mm;
- vysoká rychlost lisování 20 ms;
- napájení 230 V / 50 Hz;
- automatické spínání při zasunutí dutinky;
- hmotnost jen 0,85 kg.



Obr. 3.9 - Lisovací přístroj EP D 0141 [6]

MC 25 elektrický a odizolovací a lisovací přístroj na izolované dutinky v roli (obr 3.14):

- rozměry 320x160x300 mm;
- takt 1,2 s;
- nutno dutinky v pásech;
- lisovací průřez 0,5-2,5 mm².



Obr. 3.10 - Lisovací přístroj MC 25 [6]

3.2.2 *Pneumatické lisovací přístroje*

Jako lisovací médium se využívá stlačený plyn (vzduch). Je potřeba přívod stlačeného vzduchu.

Pneumatický lisovací přístroj PP 12470 (obr 3.15):

- lisuje koncovky s průřezem 0,14 – 50 mm²;
- pneumatický nožní pedál;
- hmotnost 1,45 kg.



Obr. 3.11 - Pneumatický lisovací přístroj PP 12470 [6]

3.2.3 *Elektropneumatické lisovací přístroje*

Elektropneumatický odizolovací a lisovací přístroj MC 40 na sypané dutinky (obr 3.16):

- lisovací délka 8 mm;
- takt 1 s;
- tlakový vzduch 4 -6 bar;
- lisovací průřezy (0,25 / 0,34 / 2,5 / 4 mm²);
- rozměry 390x330x460 mm;
- hmotnost 29 kg.



Obr. 3.12 - Elektropneumatický lisovací přístroj MC 40 [6]

3.2.4 Akumulátorové hydraulické kleště

Akumulátorové hydraulické kleště (obr 3.17) s otočnou hlavicí o 180°, lisují kabely o průřezech od 10-300 mm², možnost výměny čelistí (změna tvaru slisu a průřezu čelisti).

Technické údaje:

- lisovací síla 62 kN;
- akumulátor 12 V / 2,2 Ah;
- hmotnost 3,8 kg.



Obr 3.13 - Akumulátorové hydraulické kleště [6]

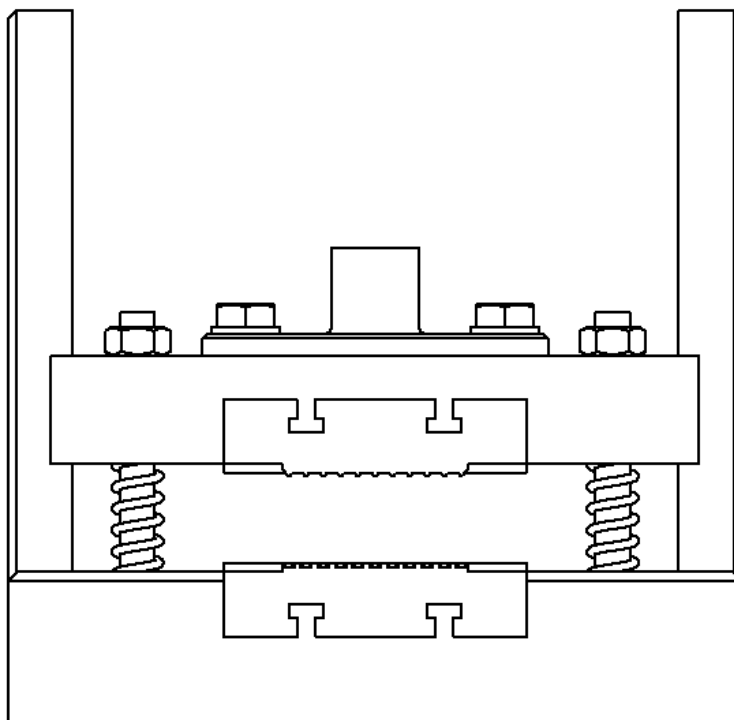
4. Návrh technického řešení

Úkolem této bakalářské práce je navrhnout technické řešení zařízení pro osazování kabelů lisovacíma dutinkami. V technickém řešení navrhnu mechanismus lisovacího zařízení, návrh pásového dopravníku a rámu pro celé lisovací zařízení včetně pohonných jednotek. V současné době se tyto zařízení využívají jen zřídka. Ve většině případů se tato problematika osazování kabelů řeší lisovacími kleštěmi. Strojní zařízení se využívají u velkosériových výrob, ale komplexní zařízení s podavačem kabelů přímo do čelistí jsou jen zřídka. Nevýhoda takového řešení je jeho obrovská hmotnost a stroj není lehce přenosný.

4.1 Návrh lisovacího zařízení

Pro zalisování kabelů musím navrhnout mechanismus, který automaticky lisuje dutinky, bez pomoci lidské síly. K pohonu mechanismu jsou využity krokové motorky.

Lisující čelisti (obr. 4.1.), jsou dvě, jedna pevná (statická) a druhá pohyblivá, která se pohybuje po vymezené dráze a do původní polohy ji zpět vrací pružiny. Vodicí tyče jsou zašroubovány do základny a lisovací zdvih se dá ovládat maticemi, které jsou na konci vodicích tyčí.



Obr. 4.1 - Lisovací čelisti

4.1.1 Návrh tlačně pružiny

Navrhují tlačné pružiny drátu kruhové průřezu, které mají za úkol po zalisování dutinky čelisti vrátit zpět do počáteční polohy. Požadavkem pružiny byl lisovací zdvih 21 mm, a co nejmenší síla na překonání pružiny. Počet závitů a ani průměr pružiny není zadán. Pružinu volím z katalogu viz. přílohy.[11]

Zvolil jsem pružiny průměru drátu 1mm, a v nestlačené délce 35 mm, její zdvih je 21,2 mm a tak pružin splňuje mé požadavky. Tuhost pružiny $2,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$

Tab 4.1 – Návrh pružiny

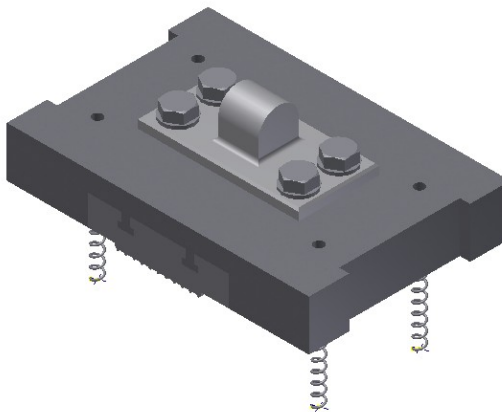
D_e	D_i	L_0	D	D_h	R	G	d	s_n	L_n	F_n	n	m
8,3	6,3	35	7,3	8,6	2,5	81000	1	21,2	13,8	52,9	10,5	1,78

Legenda tabulky:

D_e	vnější průměr pružiny	[mm]
D_i	vnitřní průměr pružiny	[mm]
L_0	délka pružiny ve stavu volném	[mm]
N	počet činných závitů	[-]
D_d	průměr vodícího trnu	[mm]
D_h	průměr vodícího pouzdra	[mm]
R	tuhost pružiny	$[\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}]$
G	modul pružnosti ve smyku	[MPa]
D	průměr drátu	[mm]
s_n	deformace stlačení pružiny v plně zatíženém stavu	[mm]
L_n	délka pružiny v plně zatíženém	[mm]
F_n	síla vyvinutá pružinou při stavu plně zatíženém	[N]
m	hmotnost	[g]

Deformace stlačení pružiny počáteční silou:

Počáteční deformaci pružiny ovlivňuje tíhové zatížení horní lisovací čelisti (obr 4.2), která svojí hmotností vyvíjí sílu na pružinu.



Obr. 4.2 – Horní lisovací čelist

Síla, která působí na pružinu z (obr 4.3) se vypočítá:

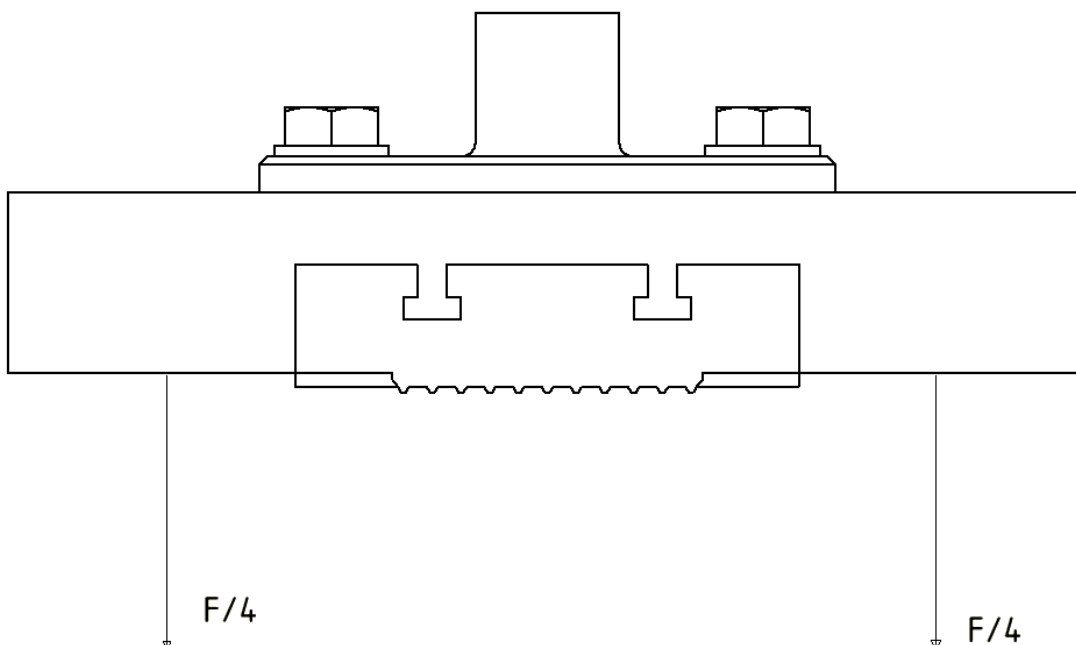
Tíha horní čelisti na všechny pružiny:

$$Q = m_{\text{č}} \cdot g = 2,84 \cdot 9,81 = 27,86 \text{ N} \quad (4.1)$$

Tíha na jednu pružinu:

$$Q_p = \frac{Q}{4} = \frac{27,86}{4} = 6,97 \text{ N} \quad (4.2)$$

kde:	Q	tíhové zatížení	[N]
	Q _p	tíhové zatížení jedné pružiny	[N]
	m _č	hmotnost čelistí	[kg]
	g	gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]



Obr. 4.3 – Zatížení lisovací čelisti

Deformace stlačení pružiny při počátečním zatížení

Hodnoty: $Q_p = 6,97 \text{ N}$ $n = 10,5$ $D = 6,3 \text{ mm}$ $d = 1 \text{ mm}$
 $G = 81000 \text{ MPa}$

$$s_p = \frac{8 \cdot Q_p \cdot n \cdot D^3}{G \cdot d^4} = \frac{8 \cdot 6,97 \cdot 10,5 \cdot 6,3^3}{81000 \cdot 1^4} = 1,81 \text{ mm} \quad (4.3)$$

kde: s_p deformace stlačení pružiny [mm]
 Q_p počáteční zatížení pružiny [N]
 n počet činných závitů [-]
 D střední průměr pružiny [mm]
 G modul pružnosti ve smyku [MPa]
 d průměr drátu [mm]

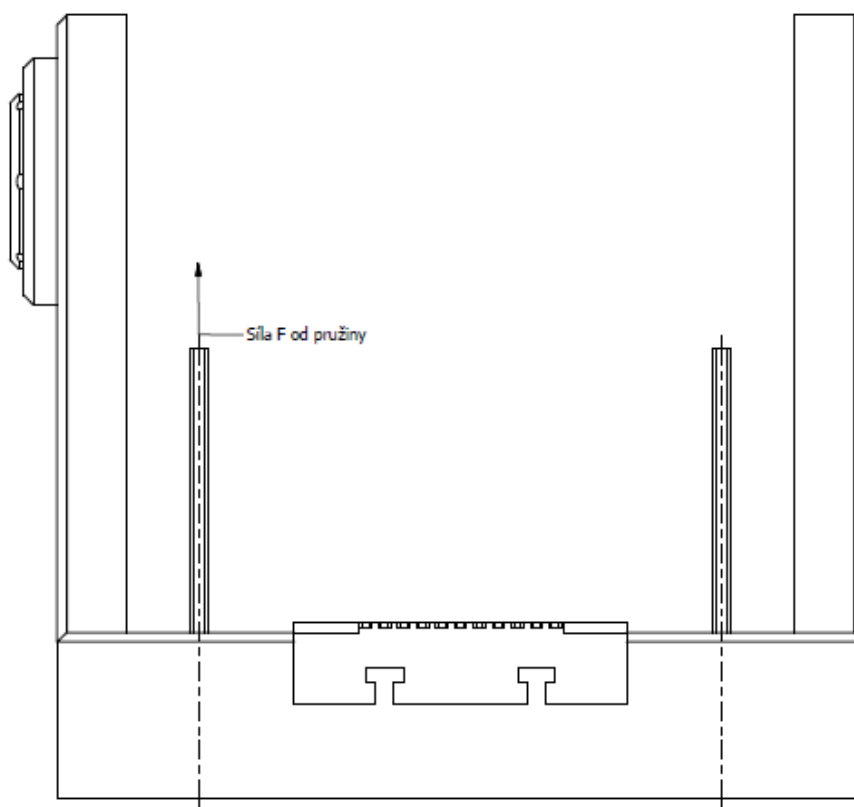
Celková síla vyvinutá pružinou

$$F = \frac{G \cdot d^4 \cdot s}{8 \cdot D^3 \cdot n} + Q_p = \frac{81000 \cdot 1^4 \cdot 1,81}{8 \cdot 6,3^3 \cdot 10,5} + 6,97 = 13,95 \text{ N} \quad (4.4)$$

kde: F celková síla vyvinuta pružinou [N]

4.1.2 Návrh a kontrola závitů vodících tyčí

Vodící tyče slouží k přesnému chodu horní čelisti, aby se pohybovala ve stejné dráze a měla pokaždé stejný zdvih. Jsou sestaveny ze závitových tyčí, díky délce závitů se dá regulovat za pomoci matice zdvih horní čelisti. Tyče jsou zašroubovány do spodní čelisti (obr. 4.5). Závitová tyč slouží také jako opora pružiny proti vzepření a vychýlení pružiny z kolmého směru k daným čelistím. Závitky jsou namáhány hlavně na tah v ose šroubu, a toto napětí vytváří pružina, která silově působí na horní čelist.



Obr. 4.4 – Spodní lisovací čelist se závitovými tyčemi

Materiál šroubu je ocel 11 500

Hodnoty: $\beta = 1,3$ $k_s = 3$ $R_e = 245 \text{ MPa}[1]$ $F_s = 14,98 \text{ N}$

$$\sigma_t \cdot \beta \leq \sigma_{Dov} \quad (4.5)$$

$$\frac{F_s}{\pi \cdot \left(\frac{d_3}{2}\right)^2} \cdot \beta \leq \frac{R_e}{k_s} \quad (4.6)$$

$$d_3 \geq 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta \cdot k_s \cdot F_s}{\pi \cdot R_e}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{1,3 \cdot 3 \cdot 14,98}{\pi \cdot 245}} = 0,35 \text{ mm} \quad (4.7)$$

Síla v ose šroubu je velmi malá, proto také vychází průměr závitů malý. Volím průměr šroubu M4x0,7

kde:	F_s	Osová síla v šroubu	[N]
	R_e	Mez kluzu v tahu	[MPa]
	k_s	Statická bezpečnost	[-]
	β	koefficient neznámého krutu	[-]
	σ_t	napětí v tahu	[MPa]
	σ_{Dov}	dovolené napětí v tahu	[MPa]
	d_3	nejmenší průměr závitu	[mm]

Hodnoty závitu jsou zobrazeny v tab. 4.2

Tab. 4.2 – Hodnoty závitu

Význam	Označení	Velikost	Rozměr
Jmenovitý průměr závitu	d	4	mm
Střední průměr závitu	d_2	3,545	mm
Malý průměr závitu	d_3	3,141	mm
Rozeč	P	0,7	mm
Stoupání	P_h	0,7	mm
Úhel profilu závitu	β	60	°
Výška základního trojúhelníku ISO profilu závitu	H	0,6062	mm
Výška závitu	h_1	0,4294	mm
Zaoblení dna závitu	R	0,101	mm

Pevnostní kontrola vodící závitové tyče

Napětí v tlaku

Hodnoty: $F_s = 14,98 \text{ N}$ $d_3 = 3,141 \text{ mm}$

$$\sigma_t = \frac{F_s}{\pi \cdot \left(\frac{d_3}{2}\right)^2} = \frac{14,95}{\pi \cdot \left(\frac{3,4141}{2}\right)^2} = 1,95 \text{ MPa} \quad (4.8)$$

kde:	σ_t	napětí v tlaku	[MPa]
	F_s	osová síla	[N]

Napětí v krutu

Nejdříve jsem si spočítal úhel stoupání závitu ψ a také třecí redukovaný úhel φ' , podle vzorců č. (4.12) a (4.13).

Hodnoty: $F_s = 13,95 \text{ N}$ $\psi = 3^\circ 35'$ $\varphi = 16^\circ 6'$ $d_2 = 3,545 \text{ mm}$

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} \quad (4.9)$$

$$\tau = \frac{F_s \cdot \tan(\psi + \varphi') \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi}{16} \cdot d_2^3} = \frac{13,95 \cdot \tan(3^\circ 35' + 16^\circ 6') \cdot \frac{3,545}{2}}{\frac{\pi}{16} \cdot 3,141^3} = 1,56 \text{ MPa} \quad (4.10)$$

kde:	τ	napětí v krutu	[MPa]
	F_s	osová síla	[N]
	M_k	krouticí moment	[N·m]
	W_k	modul průřezu v krutu	[mm ³]

Výpočet úhlu stoupání a třecího redukovaného úhlu závitu

Úhel stoupání

Hodnoty: $P_h = 0,7 \text{ mm}$ $d_2 = 3,545 \text{ mm}$

$$\psi = \arctg \cdot \frac{P_h}{\pi d_2} = \arctg \cdot \frac{0,7}{\pi \cdot 3,545} = 3^\circ 35' \quad (4.11)$$

kde:	P_h	stoupání	[mm]
	d_2	střední průměr závitu	[mm]
	ψ	úhel stoupání	[°]

Třecí redukovaný úhel

Hodnoty: $\beta = 60^\circ$ $f_z = 0,25$ (neupravený, nemazaný)

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f_z}{\cos \frac{\beta}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,25}{\cos \frac{60}{2}} = 16^\circ 6' \quad (4.12)$$

kde: β úhel profilu závitu $[\circ]$
 f_z součinitel smykového tření $[-]$
 φ' třecí redukovaný úhel $[\circ]$

Velikost součinitele smykového tření volím z tab. 4.3

Tab. 4.3 – Součinitelé smykové tření [4]

Povrch matice	Povrch šroubu	Součinitel smykového tření na závitu f_z $[-]$	
		nemazaném	mazaném olejem
neupravený	neupravený	0,19 - 0,36	0,16 - 0,25
	fosfátovaný	0,28 - 0,40	0,17 - 0,30
	černěný	0,27 - 0,36	0,25 - 0,28
	zinkovaný	0,13 - 0,22	0,13 - 0,18
	kadmiovaný	0,10 - 0,18	0,10 - 0,17
zinkovaný	zinkovaný	0,21 - 0,43	0,11 - 0,17
kadmiovaný	kadmiovaný	0,15 - 0,38	0,10 - 0,17

Výpočet redukovaného napětí a porovnání s dovoleným napětím

Redukované napětí výpočtu podle Guesta.

Hodnoty: $\sigma_t = 1,95$ MPa $\tau = 1,56$ MPa $Re = 245$ MPa [1] $k_s = 3$

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{1,95^2 + 4 \cdot 1,56^2} = 3,68 \text{ MPa} \quad (4.13)$$

$$\sigma_{RED} \leq \frac{Re}{k_s} = \frac{245}{3} = 81,66 \text{ MPa} \quad (4.14)$$

$$3,68 \leq 81,66 \quad \textbf{vyhovuje} \quad (4.15)$$

kde: σ_{RED} redukované napětí $[\text{MPa}]$
 Re mez kluzu v tahu $[\text{MPa}]$
 k_s statická bezpečnost $[-]$

Závit závitové tyče vyhovuje. Osově zatížení závitu je velmi malé, to je také důkazem, že pružina na závit má velmi malý vliv. Závitová tyč slouží jako vodící tyč pružiny, tak aby nedocházelo k jejímu vzpěru a vybočování.

4.2 Návrh mechanismu lisovacího zařízení

Pro zajištění vyvinutí dostatečné síly pro stlačení pružin a také lisování dutinek je třeba navrhnout krokový motor s dostatečným krouticím momentem. Čelisti jsou ovládány vačkovou hřídelí, kterou pohání motor, který je spojen s vačkovou hřídelí spojkou.

4.2.1 Návrh vačky

Na výpočet vačkové hřídele jsem použil software firmy Autodesk, Inventor viz obr. 4.5 Základními požadavky pro vačku byl zdvih 21 mm a konečná pozice pohybu 90° a maximální doba otáčky 10 s.

Zadal jsem veličiny do programu viz. (obr. 4.5)

kde: r_0 = základní poloměr vačky = 20 mm

b_c = šířka vačky = 20 mm

r_r = poloměr kladky = 20 mm

b_r = šířka kladky = 20 mm

e = excentricita = 0 mm

h_{\max} = zdvih vačky = 21 mm

Do programu jsem zadal základní veličiny vačky (obr 4.6).

kde: t = doba otáčky = 10 s

F = zatížení zdvihátka 311,6 N, tato síla je potřebná pro překonání čtyř pružin o síle 52,9 N + 100 N na slisování dutinky.

R = tuhost pružiny = 2,5 N·mm⁻¹ z tab č. 4.1

Volím materiál vačky ocel 11 700, která je povrchově kalena, aby zvládla tlak, který se přenáší mezi zdvihátkem a vačkou. Stejný materiál volím pro zdvihátko.

Hodnoty: $R_m = 690 \text{ MPa}$ $R_e = 355 \text{ MPa}$ $p_{dov} = 1210 \text{ MPa}$

Obr 4.5 - Zadávání rozměrových veličin INVENTOR 2012

Zadávání materiálových hodnot do (obr. 4.7) doba otáčky a tuhost pružin a síly které zde působí.

Obr. 4.6 - Zadávání materiálových a silových požadavků INVENTOR 2012

Shrnutí výsledku vačky:

$$v_{\max} = \text{maximální obvodová rychlost vačky } 0,017 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$a_{\max} = \text{maximální zrychlení vačky } 0,021 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$j_{\max} = \text{maximální puls } 0,053 \text{ m}\cdot\text{s}^{-3}$$

$$\gamma_{\max} = \text{maximální uhel přenosu } 28^{\circ}32'$$

$$p_{\max} = \text{maximální tlak na vačku } 309,2 \text{ MPa} \leq 1210 \text{ MPa} \text{ vyhovuje}$$

4.2.2 Návrh krokové motoru pro pohon vačkové hřídele

Vačkovou hřídel bude pohánět krokový motor, který spočítám na základě úhlové a obvodové rychlosti a síly potřebné pro stlačení pružin a slisování dutinek. Vycházíme z rovnosti dvou základních vztahu (4.16) a (4.17), kde poté po vyjádření krouticího momentu a dosažení úhlové rychlosti určíme krouticí moment potřebný pro stlačení pružin.

Hodnoty pro návrh krokového motoru vychází z bodu (4.2.1) návrh vačky.

$$P = F \cdot v_{\max} \quad (4.16)$$

kde:	F	celková síla pro stlačení a zalisování	[N]
	v_{\max}	obvodová rychlost vačky	[m·s ⁻¹]
	P	výkon	[W]

$$P = M_k \cdot \omega \quad (4.17)$$

kde:	M_k	krouticí moment	[N·m ⁻¹]
	ω	úhlová rychlost	[rad·s ⁻¹]

$$M_k \cdot \omega = F \cdot v_{\max} \quad (4.18)$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \quad (4.19)$$

kde:	n	otáčky	[ot·min ⁻¹]
------	---	--------	-------------------------

$$M_k = \frac{60 \cdot F \cdot v_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 311,6 \cdot 0,017}{2 \cdot \pi \cdot 6} = 8,414 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (4.20)$$

Pro pohon vačkové hřídele a překonání pružin je třeba krouticí moment o hodnotě 8,414 N.m.

Navrhují krokový motor řady SX34-5010 s krouticím momentem 10 N.m a přírubou NEMO 34, kde délka standardního kroku je $1,8^\circ$, ale je možné dalšího elektronického zmenšení. Tolerance kroku je $0,1^\circ$. Volím variantu s hřídeli na jednu stranu a bez ochranného zalití a bez utěsněné hřídele. Parametry krokového motoru viz. příloha. [10]



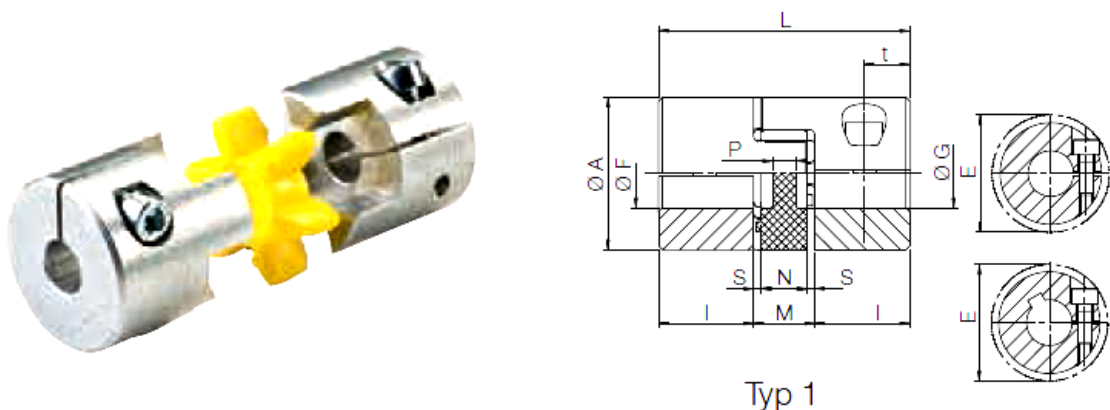
Obr. 4.7 - Krokový motor řady SX34-5010 [10]

4.2.3 Návrh spojky pro vačkovou hřídel

Spojka má za úkol spojit hnací hřídel (od motoru) a hnaný hřídel (vačkový) a slouží k přenosu točivého momentu. Úkolem je navrhnout spojkou která minimálně přenesení 10 N.m a její vnitřní průměr pro hřídel je 12 mm.

Volím spojkou bez vůle GESM od firmy HABERKORN (obr. 4.8).

- spojka je složena ze dvou nábojů a pružného členu;
- nízká tepelná a elektrická roztažnost;
- bezvůlový přenos krouticího momentu;
- použití drážky pro pero.



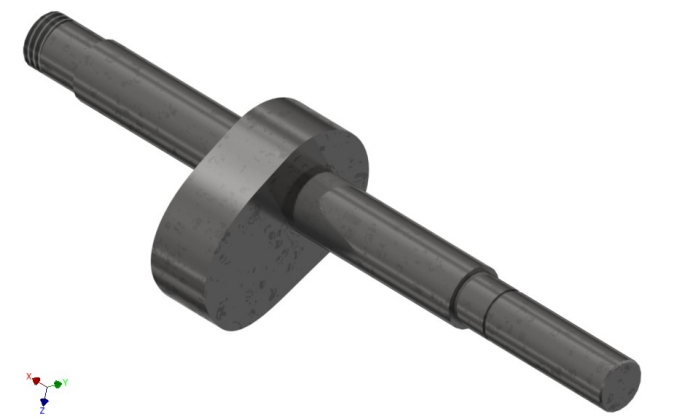
Obr. 4.8 - Spojka GESM [7]

Požadavkům vyhověla spojka velikost 19/24 s vnitřním průměrem náboje 12 mm a bez drážky pro pero. Spojka má objednávací kód N02845.

Na šroub v náboji je potřeba vyvinout utahovací moment, který je uveden (v katalogu v příloze). Tento utahovací moment vyvíjí šroub velikosti M6, který tvoří svěrné spojení. Další údaje vyčtené za katalogu jsou, že spojka při vnitřním průměru 12 mm je schopná přenést krouticí moment až 27 N.m. Tato spojka splňuje podmínky, které jsou potřebné pro přenos mých požadavků. [7]

4.2.4 Výpočet vačkové hřídele ze zkrutu

Průměr vačkové hřídele stanovím z podmínky zkroucení hřídele. Velikost a tvar hřídele jsem stanovil s ohledem na komponenty, které na hřídeli budou umístěny. Hřídel je namáhána lisovacími silami a také krouticím momentem od motoru.



Obr. 4.9 - Vačková hřídel

Stanovení nejmenšího možného průměru hřídele

Hodnoty: $M_k = 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ $L_h = 215 \text{ mm}$ $\varphi_{\text{dov}} = 0,25 \text{ }^\circ/\text{m}$
 $G = 81000 \text{ MPa}$

$$\tau = G \cdot \gamma \quad (4.21)$$

kde: τ smykové napětí [MPa]
 G modul pružnosti ve smyku [MPa]
 γ zkrut [-]

Vyjádření zkosu

$$\gamma = \frac{M_k}{W_k} \cdot \frac{1}{G} \quad (4.22)$$

kde: M_k krouticí moment [N·m]
 W_k modul průřezu v krutu [mm³]

Úhel zkroucení [rad]

Hodnoty: $\varphi = 0,25 \text{ }^\circ$

$$\hat{\varphi} = \varphi \cdot \frac{\pi}{180} \cdot 10^{-3} = 0,25 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot 10^{-3} = 4,36 \cdot 10^{-6} \text{ rad} \quad (4.23)$$

kde: $\hat{\varphi}$ úhel zkroucení [rad]
 φ úhel zkroucení [°]

Podmínka zkrutu vychází ze vztahu (4.24). Po dosazení vztahu (4.25), do rovnice (4.24) můžeme vyjádřit ze vztahu průměr hřídele d viz. výpočet (4.26), který nám určí minimální průměr hřídele.

$$\hat{\varphi} = \frac{M_k \cdot L_h}{G \cdot J_p} \quad (4.24)$$

kde: J_p průřezový modul [mm⁴]
 L_h délka hřídele [mm]

Průřezový modul pro kruh

$$J_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (4.25)$$

Vyjádření průměru hřídele

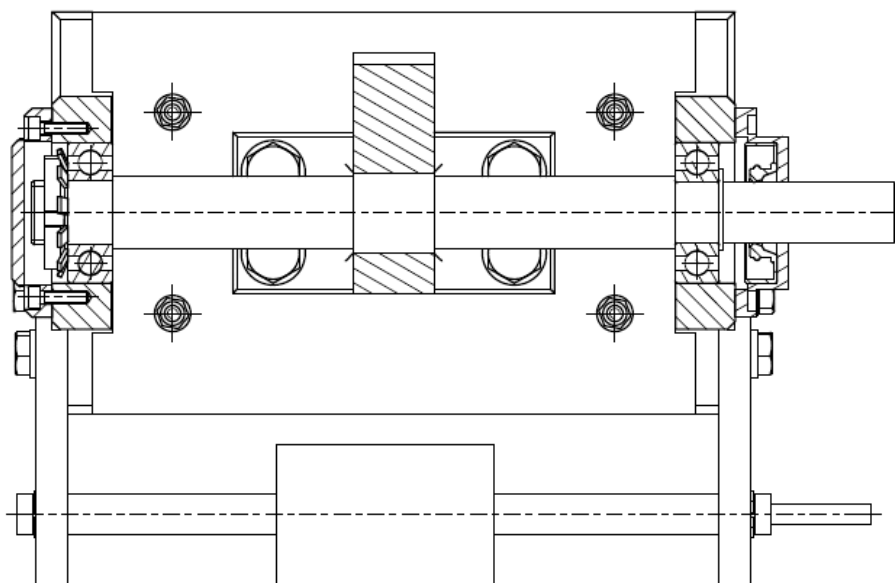
$$d = \sqrt[4]{\frac{M_k \cdot 32 \cdot L_h}{\pi \cdot G \cdot \varphi}} = \sqrt[4]{\frac{10 \cdot 32 \cdot 215}{\pi \cdot 81000 \cdot 4,36 \cdot 10^{-6}}} = 14,78 \text{ mm} \quad (4.26)$$

Ze vztahu (4.26) vyplývá, že minimální průměr hřídele musí být 14,78 mm. Nejmenší průměr hřídele volím 15 mm.

4.2.5 Návrh a volba ložisek

Hřídel je uložena v rámu (stojnách) za pomoci ložisek. Úkolem je navrhnout dvě ložiska optimální velikosti s vnitřním průměrem minimálně 15 mm. Ložiska volím z katalogu od firmy SKF.

Mým požadavkům vyhovuje ložisko 6202 od firmy SKF, které má vnitřní průměr 15 mm a vnější 35mm. Jedná se o ložisko kuličkové jednořadé. Ložiska budou nalisovány na vačkovou hřídel a uloženy v rámu lisovacího zařízení (obr 4.10). [12]

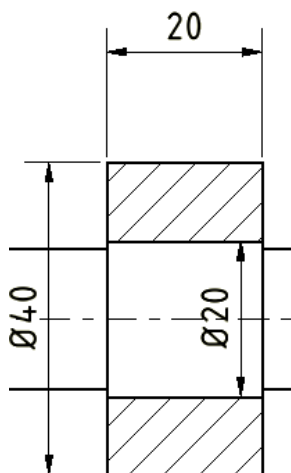


Obr. 4.10 - Uložení ložisek ve stojnách

Levé ložisko na (obr 4.10) je zajištěno KM maticí a slouží k axiálnímu zajištění ložiska. K zajištění matice slouží MB podložka.

4.2.6 Návrh a výpočet tolerance vačkové hřídele

Vačka je na hřídel nalisovaná s přesahem, a musím vypočítat minimální přesah nalisování, aby vačka byla bezpečně uložena. Záleží na vstupním krouticím momentu a průměru hřídele a náboje (obr 4.11), na tření mezi jednotlivými plochami a délkou lisované plochy.



Obr. 4.11 - Rozměry hřídele a náboje

Hodnoty: $M = 10 \text{ N}\cdot\text{m}$ $d_1 = 20 \text{ mm}$ $d_2 = 40 \text{ mm}$ $l = 20 \text{ mm}$ $f = 0,15$
 $k_p = 2$

Materiál hřídele a vačky vyplývá z bodu 4.2.1

kde:	d_1	průměr hřídele	[mm]
	d_2	průměr náboje	[mm]
	l	délka náboje	[mm]
	f	koefficient tření	[-]
	k_p	bezpečnost prokluzu	[-]

Výpočet minimálního tlaku mezi nábojem a hřídelí

$$F_T \cdot \frac{d_1}{2} = k_s \cdot M \quad (4.27)$$

kde: F_T třecí síla [N]

$$F_N \cdot f \cdot \frac{d_1}{2} = k_s \cdot M \quad (4.28)$$

kde: F_N normálová síla [N]

Minimální tlak mezi nábojem a hřídelem vyplývá z třecí a normálové síly. (4.27 a 4.28).

$$p_{\min} \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l \cdot f \cdot \frac{d_1}{2} = k_s \cdot M \quad (4.29)$$

kde: p_{\min} minimální tlak [MPa]

$$p_{\min} = \frac{2 \cdot k_s \cdot M \cdot 10^3}{\pi \cdot d_1^2 \cdot l \cdot f} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20^2 \cdot 20 \cdot 0,15} = 10,61 \text{ MPa} \quad (4.30)$$

Minimální tlak, který musí být mezi nábojem (vačkou) a hřídelí musí být 10,61 MPa.

Minimální přesah pro vytvoření p_{\min}

Určení minimálního přesahu pro vytvoření minimálního tlaku, nalisovaného spojení.

Hodnoty: $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

$$\Delta d_{\min} = \frac{d_1 \cdot p_{\min}}{E} \cdot (c_n + 1) = \frac{20 \cdot 10,61}{2,1 \cdot 10^5} \cdot (1,667 + 1) = 0,00269 \text{ mm} \quad (4.31)$$

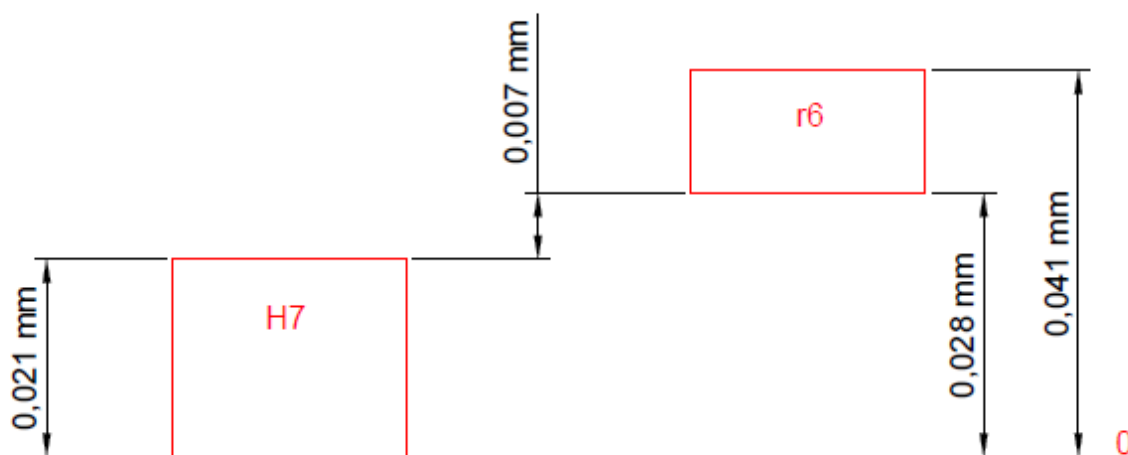
Minimální přesah je 2,69 μm . Volím toleranci podle jednotné díry H7r6.

Rozměrová konstanta náboje

$$c_n = \frac{d_1^2 + d_2^2}{d_2^2 - d_1^2} = \frac{20^2 + 40^2}{40^2 - 20^2} = 1,667 \quad (4.32)$$

kde: c_n rozměrová konstanta náboje [-]

Tolerance Ø20 H7r6 (obr 4.12)



Obr. 4.12 - Tolerance H7r6

Tato tolerance splňuje podmínky ze vztahu (4.31) minimální přesah je 0,007 mm a maximální přesah je 0,041 mm.

Maximální tlak, který může vzniknout mezi hřídelí a nábojem, vypočítáme z maximálního přesahu dané tolerance.

$$p_{\max} = \frac{\Delta d_{\max} \cdot E}{d_1(c_n + 1)} = \frac{0,041 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{20(1,667 + 1)} = 161,417 \text{ MPa} \quad (4.33)$$

Výpočet napětí v krajních bodech.

Dva krajní body jsou na průměrech $\varnothing d_1 = 20 \text{ mm}$ a $\varnothing d_2 = 40 \text{ mm}$

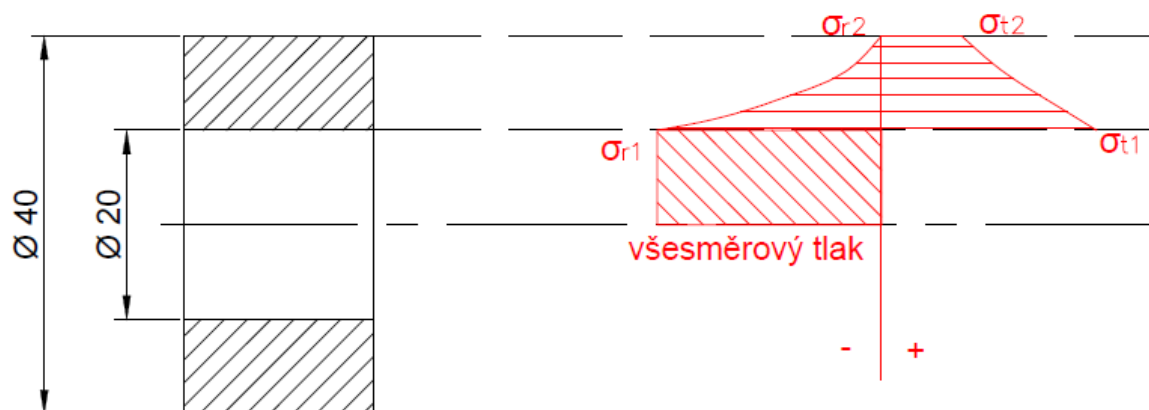
$$\sigma_{r1} = -p_{\max} = -161,417 \text{ MPa} \quad (4.34)$$

$$\sigma_{r2} = 0 \quad (4.35)$$

$$\sigma_{t1} = p_{\max} \cdot c_n = 161,417 \cdot 1,667 = 267,95 \text{ MPa} \quad (4.36)$$

$$\sigma_{t2} = p_{\max} \cdot (c_n + 1) = 106,53 \text{ MPa} \quad (4.37)$$

kde:	σ_{r1}	radiální napětí na $\varnothing d_1$	[MPa]
	σ_{r2}	radiální napětí na $\varnothing d_2$	[MPa]
	σ_{t1}	tečné napětí na $\varnothing d_1$	[MPa]
	σ_{t2}	tečné napětí na $\varnothing d_2$	[MPa]



Obr. 4.13 - Průběh napětí v náboji a hřídeli

Výpočet redukovaného napětí

Redukované napětí vypočítáme podle HMH na $\varnothing d_1$.

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_{t1}^2 + \sigma_{r1}^2 - \sigma_t \cdot \sigma_r} = \sqrt{267,95^2 + 161,416^2 - 267,95 \cdot 161,416} = 233,6 \text{ MPa} \quad (4.38)$$

kde:	σ_{RED}	redukované napětí	[MPa]
------	----------------	-------------------	-------

Výpočet bezpečnosti

Materiál hřídele a náboje vyplývá z bodu 4.2.1 (Návrh vačky)

Materiál ocel 11 700, $R_e = 355 \text{ MPa}$

$$k = \frac{R_e}{\sigma_{RED}} = \frac{355}{233,6} = 1,52 \quad (4.39)$$

kde:	k	bezpečnost	[-]
------	---	------------	-------

4.2.7 Výpočet nalisování vačky

Porovnáme dva způsoby nalisování vačky na hřídel a zvolíme přijatelnější způsob, kterým je možno vačku nalisovat. Jeden ze způsobů je předeřtí náboje (vačky), a druhý způsob lisování za obvykle teploty.

Lisování za obvykle teploty

Lisování se provádí za teploty pokojové 20 °C, úkolem je překonání třecí síly F_T .

$$F_{lis} = p_{max} \cdot \pi \cdot d_1 \cdot l \cdot f = 161,41 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 20 \cdot 0,15 = 30,4 \text{ kN} \quad (4.40)$$

kde:	l	délka náboje	[mm]
	F_{lis}	lisovací síla	[kN]
	F	tření mezi nábojem a hřídelí	[-]

K nalisování při obvyklé teplotě je potřeba síly 30,4 kN.

Předeřtí náboje

Provádí se (bez lisování) nasazením náboje na hřídel, využívá se tepelná roztažnost materiálu.

$$\Delta t = \frac{\Delta d_{max} + v}{\alpha_n \cdot d_1} + t_{okolí} = \frac{0,041 + 0,044}{11 \cdot 10^{-6} \cdot 20} + 20 = 386 \text{ °C} \quad (4.41)$$

$$v = 0,008 \cdot \sqrt{d_1} = 0,008 \cdot \sqrt{20} = 0,044 \quad (4.42)$$

kde:	Δt	teplota potřebná k nasazení	[°C]
	v	montážní vůle	[mm]
	α_n	součinitel teplotní roztažnosti	[m·°C ⁻¹]
	$t_{okolí}$	teplota okolí	[°C]

Teplota předeřtí náboje je příliš vysoká. Proto je doporučeno použít metodu nalisování náboje na hřídel.

4.3 Návrh pásového dopravníku

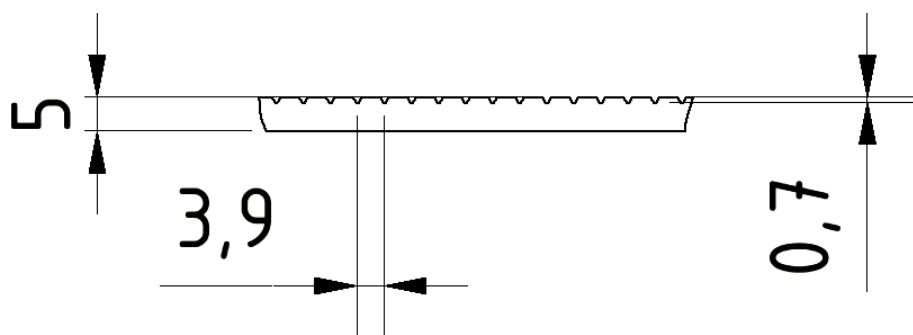
Pro zajištění dopravy materiálu (kabelů) ke stroji, musí být navržen dopravník, který dopravu zajišťí. Nejčastější využití dopravy je pásový dopravník. Pro dopravu drátu byl vyroben speciální dopravník, který má přizpůsoben dopravní pás (obr. 4.14.), který umožňuje dopravu jednotlivých kabelů odděleně.

Tento pás má drážky s roztečí přesně 3,9 mm. Tato rozteč je dána z katalogu lisovacích dutinek, jedná se o osovou vzdálenost mezi dvěma dutinkami.

Pásový dopravník je také řízen krokový motorem a to z důvodu přesného posunu dopravního pásu, které je důležitý pro přesné navádění kabelů do lisovacích čelistí. Krokování motoru je naprogramováno, ale není to součástí této bakalářské práce.

4.3.1 Návrh pásu dopravníku

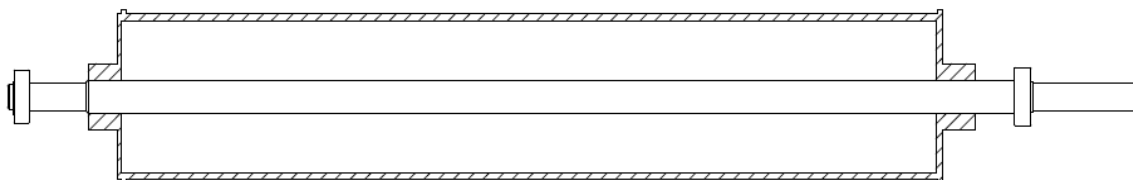
Dopravní pás je z materiálu gumotextilního, a na jeho vnější straně je profil viz obr. 4.14., který zaručuje přesné rozmístění drátů v drážkách. Délka dopravního pásu je 1815 mm



Obr. 4.14 - Profil dopravního pásu

4.3.2 Návrh bubnu dopravníku

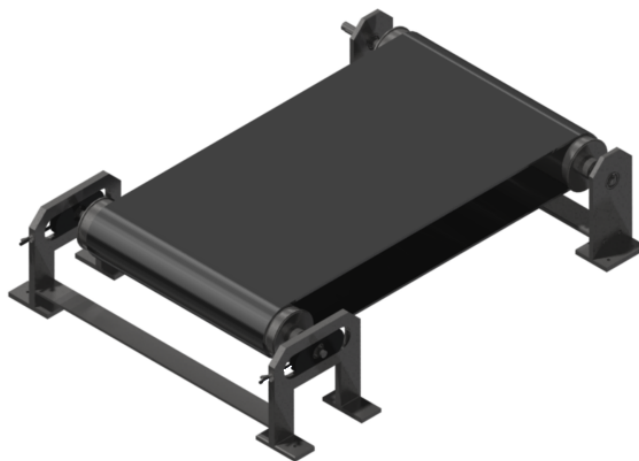
Buben byl navržen pro dopravní pás z bodu 4.31. Průměr bubnu je 50 mm a šířka 500 mm. Je konstruován z tenkého plechu a uložen v ložiskách.



Obr. 4.15 – Buben dopravníku

4.3.3 Kompletní pásový dopravník

Zkompletovaný pásový dopravník viz obr 4.16, jehož stojny jsou přichyceny k rámu, který tvoří s lisovacími čelistmi kompletní lisovací zařízení pro osazování kabelů.

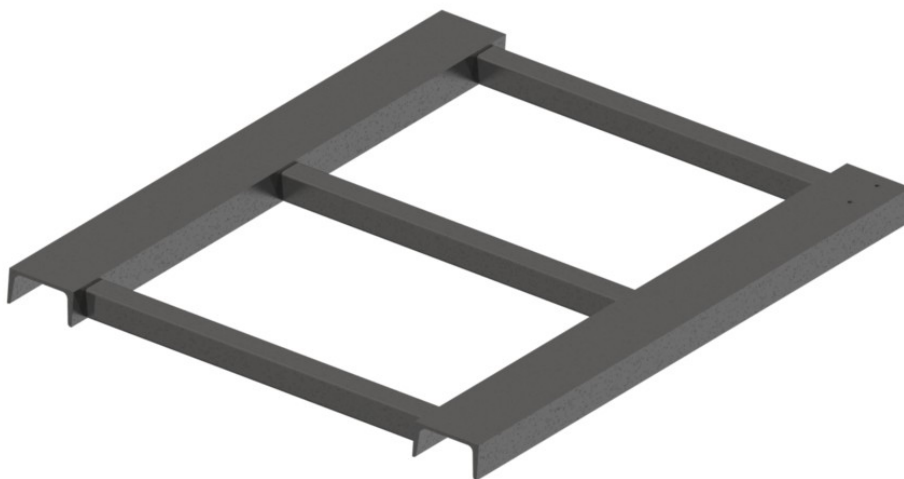


Obr. 4.16 – Pásový dopravník

4.4 Návrh rámu zařízení

Rám slouží k přichycení dopravníku a také lisovacích čelistí, je tvořen normalizovanými profily, které jsou běžně k dostání. K rámu je přichycen dopravník šrouby.

Spodní rám viz obr 4.17 je tvořen z U profilu (U-100 ČSN 1490) a z čtvercových tyčí (40x40x2 ČSN 42 6935) z materiálu 11 373, které zaručují kvalitní svařitelnost. Čtvercové tyče jsou přivařeny k hlavním U profilům koutovými obvodovými svary. Celkový počet svarů je šest na koncích čtvercových tyčí. Spodní rám je hlavní nosná konstrukce na, který bude postaven (přivařen) rám který drží krokové motory a také lisovací čelisti.

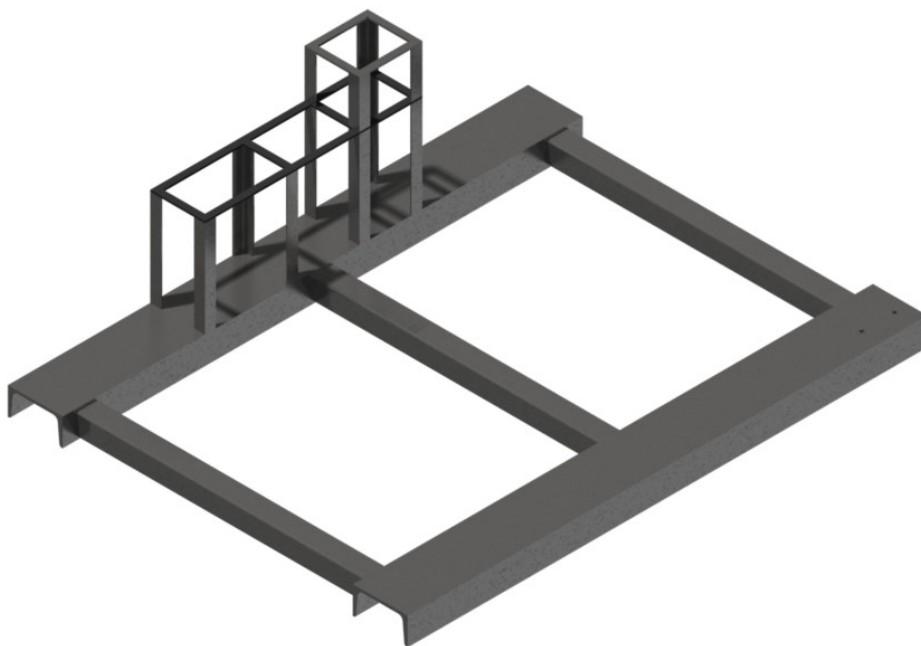


Obr. 4.17 - Základní rám stroje

Na základní rám (obr 4.17) je přivařena další konstrukce, která slouží k jako nosná konstrukce pro lisovací čelisti a také jejím cílem je, aby čelisti a dopravní pás byl v jedné rovině.

Rám pod lisovacími čelistmi je tvořen z L profilu (úhlů) s rozměry 20x20x3, profily jsou k sobě svařovány a tvoří tak jeden celek. Rám je konstruován z nejmenších profilů, tak aby byla co nejmenší jeho hmotnost.

Hmotnost celého rámu obr. (4.19) je 23,41 kg.



Obr. 4.18 – Kompletní rám zařízení

MKP analýza rámu

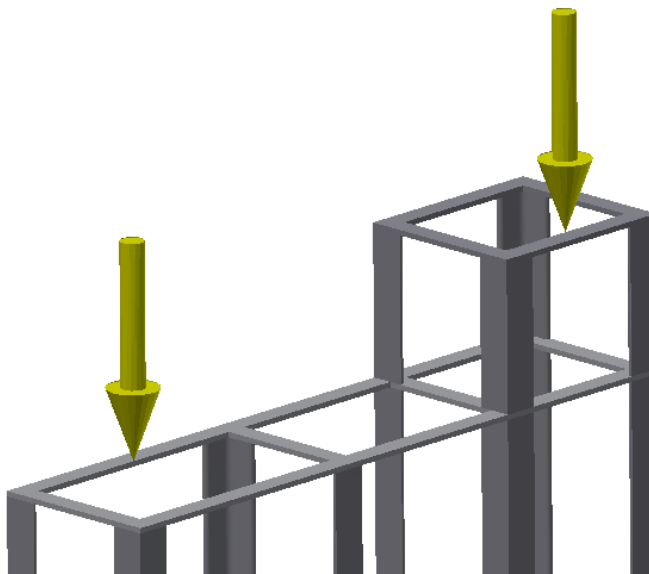
Metoda konečných prvků (MKP), je metoda sloužící k simulaci napětí a deformací fyzikálních modelů.

Úkolem této analýzy je zjistit zda navržený rám je schopný unést tíhové zatížení dopravníku a také jestli unese zatížení čelistí a krokového motoru a také jaké deformace jsou v rámu. Velké deformace jsou nežádoucí a to z důvodu přesného ustavení mezi podávajícími válci a dopravním pásem.

Horní rám je zatěžován krokovým motorem a také lisovacími čelistmi, jejich hmotnost není zanedbatelná. Hmotnost čelistí, které zatěžují horní rám, je 10,9 kg a hmotnost motoru je 9,5 kg. Horní stavba je zatížena 20,5 kg.

Spodní rám je zatěžován dopravníkem, který má hmotnost 32,9 kg, s těžištěm uprostřed stroje je souměrný tzn., že tíhové síly se rozkládají rovnoměrně na opěrné plochy pasového dopravníku (stojny). Rám je pevně vázán k zemi (vetknut).

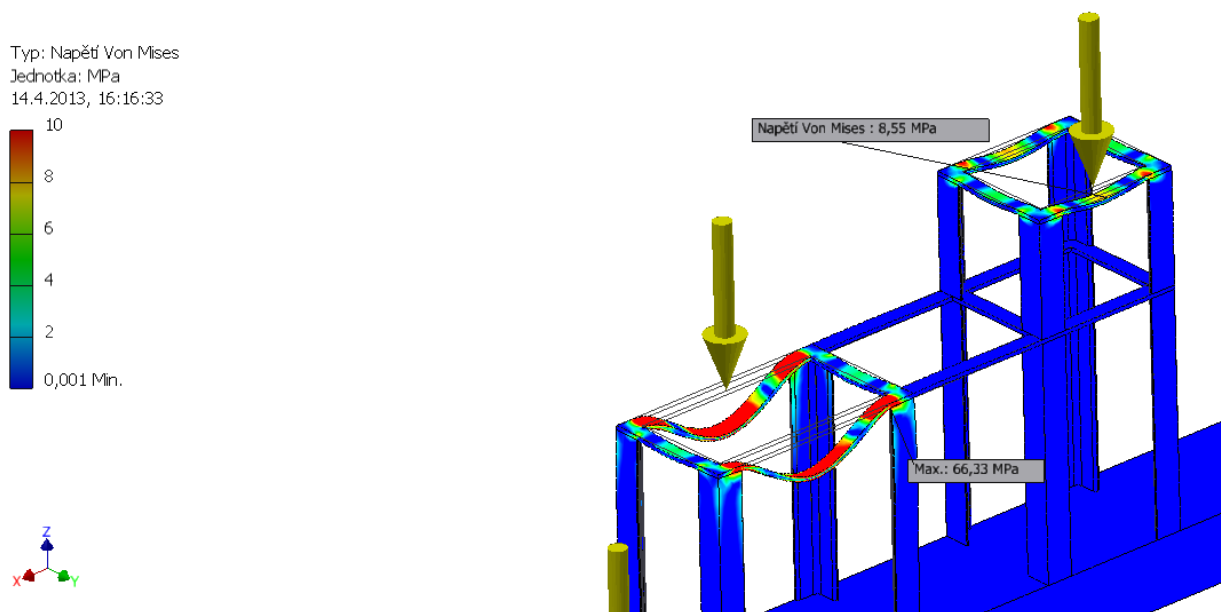
Zatížení horního rámu



Obr. 4.19 - Zatížení horního rámu

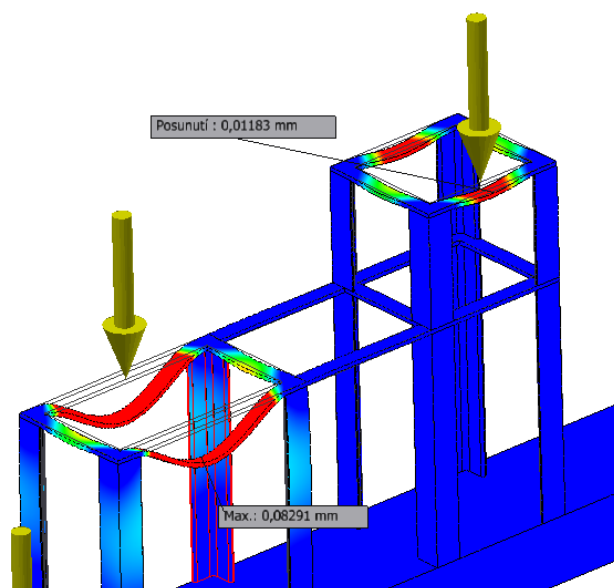
Horní rám viz obr 4.19 je zatížen dvěma silami, síla na pravé straně o velikosti 93,2 N. Tuto sílu vytváří tíha krokového motoru, jeho hmotnost je 9,5 kg. Druhou sílu vytváří tíhové zatížení lisovacích čelistí 107 N.

Výsledky MKP:



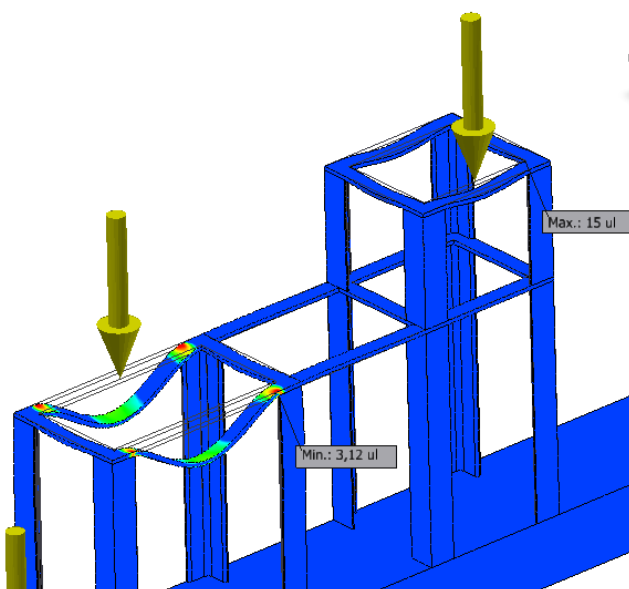
Obr. 4.20 - Napětí Von Mises

Typ: Posunutí
 Jednotka: mm
 14.4.2013, 16:14:33
 0,01004
 0,00803
 0,00602
 0,00402
 0,00201
 0 Min.



Obr. 4.21 - Posunutí

Typ: Součinitel bezpečnosti
 Jednotka: ul
 14.4.2013, 16:19:17
 18
 15,6
 15 Max.
 13,2
 10,8
 8,4
 6



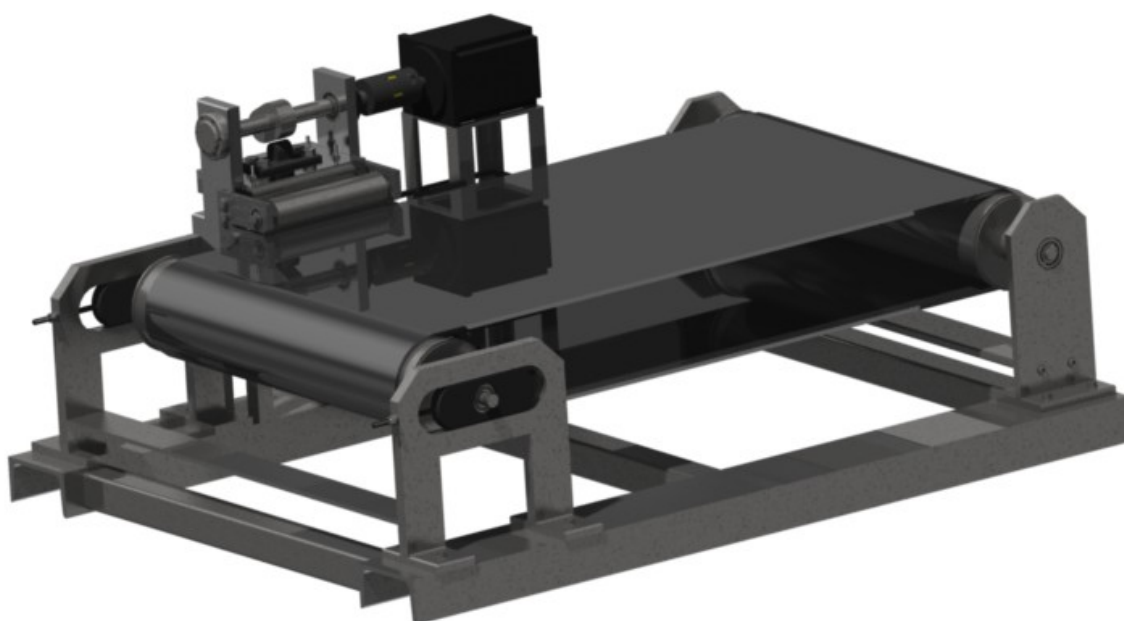
Obr. 4.22 - Součinitel bezpečnosti

Zhodnocení výsledků:

Z obr 4.20 vyplývá, že max. napětí 66,33 MPa se nachází pod lisovacími čelistmi. Toto napětí není až tak velké protože materiál 11 373 má mez kluzu 207 MPa. Z hlavního napětí nám vyplývá také bezpečnost. Nejmenší bezpečnost viz obr 4.22 je ve stejném místě jako největší napětí. Hodnota bezpečnosti 3,12 je dostačující. Vydrží trojnásobné zatížení. Maximální posunutí je 0,08 mm a toto posunutí je zanedbatelné.

4.5 Celková sestava

Celková sestava se skládá z podávajícího mechanismu (dopravníku), který má za úkol v přesném pořadí podávat kabely do lisovací hlavy. Tento krok je opatřen naprogramovaným krokovým motorem, který s bubnem dopravníku otočí jen o tolik stupňů kolik, je potřeba pro posun určitého počtu dráhu do čelistí. Při narolování drátu do lisovací hlavy čidlo dává signál plně obsazené lisovací hlavy a krokový motor pro pohon vačkové hřídele vykoná jednu otáčku o 360° tím zalisuje kabely. Lisovací čelisti zpět vrací pružiny.



Obr. 4.23 - Celková sestava zařízení

5. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout zařízení pro osazování kabelu lisovacími dutinkami. Pro návrh a výpočet byly zadány základní požadavky, průměr lisovací dutinky a přibližná délka kabelů. Celé zařízení je navrženo tak, aby bylo schopno osazovat kabely i jinými komponenty než jsou zadány a to jen výměnou čelistí za jiné, které jsou přizpůsobeny rozměrově na potřebný komponent.

V prvním bodu bakalářské práce jsem zhodnotil, jaké všechny osazující komponenty existují, jejich velikosti a použití. V druhém bodě jsem uvedl zařízení, které tyto komponenty (koncovky kabelů) lisují na konce drátů. Rozdělil jsem zařízení na ruční a strojové, kde jsem popsal jejich maximální lisovací průměry, slisy a uvedl typ komponentu, který lisují. Ve většině případů ve své práci jsem popisoval zařízení od německé firmy KNIPEX..

Probral jsem několik verzí konstrukčního řešení dané problematiky zařízení a v této práci jsem zpracoval nejpřizpůsobivější mechanismus na osazování kabelů lisovacími dutinkami. Nakonec jsem zpracoval řešení, se kterým je možno lisovat několik druhů osazovaných komponentů a to jen výměnou čelistí jiného tvaru.

Konstrukční řešení se skládá z řešení lisovacích čelistí, podávajícího dopravníku a rámu celého zařízení. Konstrukce rámu byla simulována v programu INVENTOR, kde byly vymodelovány skutečné podmínky zatížení daného rámu, kde byly zjištěny místa s maximálním zatížením. Dále jsou kontrolovány komponenty jako vačková hřídel na zkrut návrh a volba tolerance vačky nalisované na hřídeli. Samotná vačka byla navržena v software INVENTOR na základě vstupních požadovaných veličin. V této práci je, také navržena pohonná jednotka lisovacího zařízení.

6. Seznam použité literatury

- [1] ČERNOCH, S. *Strojně technická příručka I.díl.* 13. vyd. Praha: SNTL, 1977, 1294 s.
- [2] ČERNOCH, S. *Strojně technická příručka II.díl.* 13. vyd. Praha: SNTL, 1977, 2568 s.
- [3] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 128 s. ISBN 978-80-248-1860-3.
- [4] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře.* 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [5] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření.* 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.
- [6] AURATECH: Lisovací zařízení strojové. [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://www.auratech.cz/Auratech/media/auratech/Katalogy/Auratech_elektro_23.pdf
- [7] HABEKORN.CZ: Pohonné systémy. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.haberkorn.cz/ke-stazeni-katalogy/>
- [8] KLAUKE: Osazovací komponenty. [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://klauke.cz/pdf/Klauke/Gruppe01-07.pdf>
- [9] KNIPEX.COM: Ruční lisovací zařízení. [online]. [cit. 2013-04-28]. Dostupné z: <http://www.knipex.com/nc/cz/vyroby/>
- [10] MICROCON: Krokové motory řady SX. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.microcon.cz/pdf2013/13-19.pdf>
- [11] PK SERVIS: Tlačné pružiny . [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.pkservis.com/data/web/upload/29_hennlich/katalog-pruziny-hennlich.pdf
- [12] SKF.COM: Ložiska SKF . [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://www.skf.com/portal/skf_cz/home
- [13] Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. [online] Dostupné z: http://www.340.vsb.cz/doc/cms_library/fs_sme_05_003-214.pdf

Seznam obrázků

Obr. 2.1 - Dutinka žilová koncová izolovaná [8]	14
Obr. 2.2 – Dutinka dvojítá žilová [8].....	16
Obr. 2.3 – Dutinka neizolovaná [8]	17
Obr. 2.4 – Stačené kabelové oko [8].....	17
Obr. 3.2 - Lisovací kleště (boční) KNIPEX 97 21 215 C [9]	19
Obr. 3.1 - Lisovací kleště (boční) KNIPEX 97 52 04 [9].....	19
Obr. 3.4 - Pomůcka pro přesné polohování [9].....	20
Obr. 3.3 - Lisovací kleště s čelním zavedením KNIPEX 97 81 180 [9].....	20
Obr. 3.5 - Lisovací kleště na miniaturní konektory KNIPEX 97 54 24 [9].....	21
Obr. 3.6 - Lisovací kleště se čtyřmi trny KNIPEX 97 52 65 DG [9]	21
Obr. 3.7 - Lisovací kleště MULTICRIMP KNIPEX [9]	22
Obr. 3.8 - Lisovací přístroj EC 65 [6].....	23
Obr. 3.9 - Lisovací přístroj EP D 0141 [6]	24
Obr. 3.10 - Lisovací přístroj MC 25 [6].....	24
Obr. 3.11 - Pneumatický lisovací přístroj PP 12470 [6].....	25
Obr 3.13 - Akumulátorové hydraulické kleště [6].....	26
Obr. 3.12 - Elektropneumatický lisovací přístroj MC 40 [6].....	26
Obr. 4.1 - Lisovací čelisti.....	27
Obr. 4.2 – Horní lisovací čelist	29
Obr. 4.3 – Zatížení lisovací čelisti	30
Obr. 4.4 – Spodní lisovací čelist se závitovými tyčemi.....	31
Obr. 4.6 - Zadávání materiálových a silových požadavků INVENTOR 2012	36
Obr 4.5 - Zadávání rozměrových veličin INVENOTOR 2012.....	36
Obr. 4.7 - Krokový motor řady SX34-5010 [10].....	38
Obr. 4.8 - Spojka GESM [7]	39
Obr. 4.9 - Váčková hřídel	39

Obr. 4.10 - Uložení ložisek ve stojnách.....	41
Obr. 4.11 - Rozměry hřídele a náboje.....	42
Obr. 4.12 - Tolerance H7r6.....	44
Obr. 4.13 - Průběh napětí v náboji a hřídeli.....	45
Obr. 4.14 - Profil dopravního pásu	47
Obr. 4.16 – Pásový dopravník	48
Obr. 4.15 – Buben dopravníku.....	48
Obr. 4.17 - Základní rám stroje.....	49
Obr. 4.18 – Kompletní rám zařízení	50
Obr. 4.19 - Zatížení horního rámu	51
Obr. 4.20 - Napětí Von Mises.....	51
Obr. 4.22 - Součinitel bezpečnosti.....	52
Obr. 4.21 - Posunutí.....	52
Obr. 4.23 - Celková sestava zařízení	53

Seznam tabulek

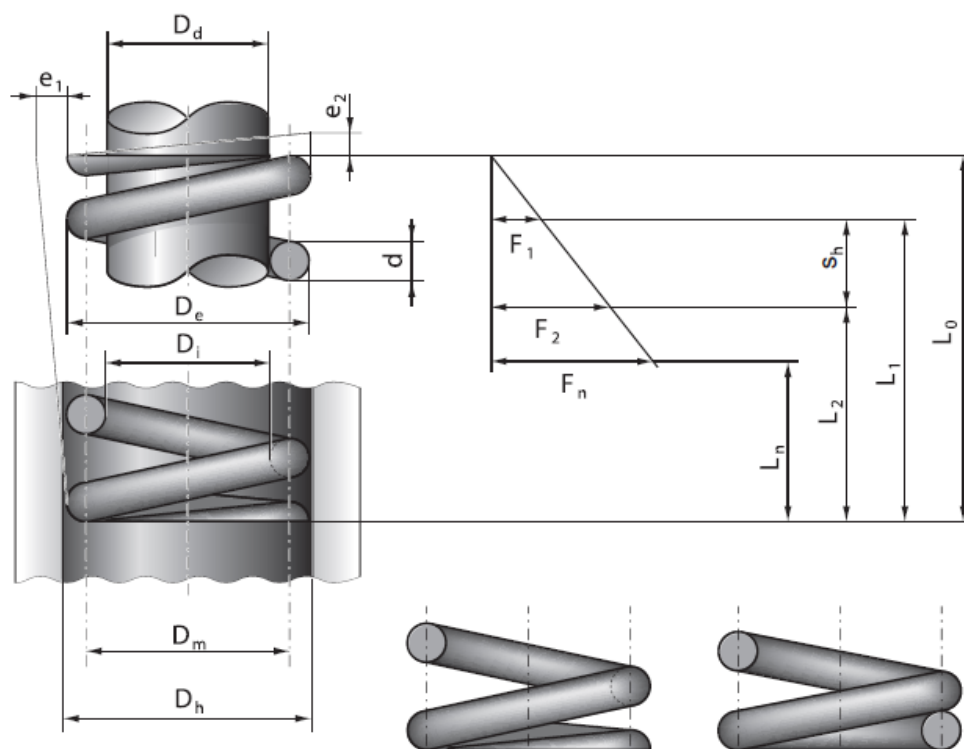
Tab. 2.1 - Rozměry izolovaných dutinek podle DIN 46228 [8]	15
Tab. 2.2 - Rozměry dvojítych žilových dutinek podle DIN 46228 [8].....	16
Tab. 4.1 - Návrh pružiny.....	28
Tab. 4.2 - Hodnoty závitu	32
Tab. 4.3 - Součinitelé smykové tření [4]	34

Seznam výkresů

<i>Název výkresů</i>	<i>číslo výkresu</i>
CELKOVÁ SESTAVA	KUB0127-HS-A1
DOPRAVNÍK	KUB0127-S1-A1
SESTAVA ČELISTÍ	KUB0127-S2-A1
RÁM	KUB0127-S3-A2
LISOVACÍ PŘÍPRAVEK DOLNÍ	KUB0127-V1-A3
LISOVACÍ PŘÍPRAVEK HORNÍ	KUB0127-V2-A3
HŘÍDEL	KUB0127-V3-A3
HORNÍ ZÁKLADNA	KUB0127-V4-A3
LOŽISKOVÉ VÍKO	KUB0127-V5-A3
STOJNA U MOTORU	KUB0127-V6-A3
PROTIKUS	KUB0127-V7-A3
NAPÍNÁK	KUB0127-V8-A3
HŘÍDEL BUBNU	KUB0127-V9-A3
ZAVITOVÁ TYČ	KUB0127-V10-A4
SPODNÍ ZÁKLADNA	KUB0127-V11-A3

Přílohy

- Příloha 1 – Výtažek z katalogu pružin [11]
- Příloha 2 – Výtažek z katalogu krokových motorů [10]
- Příloha 3 – Výtažek z katalogu HABERKORN spojky [7]
- Příloha 4 – Výtažek z katalogu SKF [12]
- Příloha 5 – Výkres celé sestavy [KUB0127-HS1-A1]
- Příloha 6 – Sestavní výkres dopravníku [KUB0127-S1-A2]
- Příloha 7 – Sestavní výkres čelistí [KUB0127-S2-A1]
- Příloha 8 – Sestavní výkres rámu [KUB127-S3-A2]
- Příloha 9 – Výrobní výkres lisovacího přípravku dolního [KUB127-V1-A3]
- Příloha 10 – Výrobní výkres lisovacího přípravku horního [KUB127-V2-A3]
- Příloha 12 – Výrobní výkres hřídele [KUB127-V3-A3]
- Příloha 13 – Výrobní horní základny [KUB127-V4-A3]
- Příloha 14 – Výrobní výkres ložiskového víka [KUB127-V5-A3]
- Příloha 15 – Výrobní stojny u motoru [KUB127-V6-A3]
- Příloha 16 – Výrobní výkres protikusu [KUB127-V7-A3]
- Příloha 17 – Výrobní výkres napínáku [KUB127-V8-A3]
- Příloha 18 – Výrobní výkres hřídele bubnu [KUB127-V9-A3]
- Příloha 19 – Výrobní výkres závitové tyče [KUB127-V10-A4]
- Příloha 20 – Výrobní výkres spodní základny [KUB127-V11-A4]



Koncový závit přihnutý, broušený

Koncový závit přihnutý

d [mm]	D _e [mm]	D [mm]	D _i [mm]	L ₀ [mm]	n	D _e [mm]	D _h [mm]	R [N/mm]	s _a [mm]	L _n [mm]	F _n [N]	M [g]	Číslo zboží	▼▼▼	▶◀
1,0	6,0	5,0	4,0	8,5	3,5	3,8	6,2	23,31	2,4	6,1	56,3	0,54	46/1/1	+	+
				12,0	5,5			14,84	3,7	8,3	54,9	0,73	46/1/2	+	+
				17,0	8,5			9,60	5,4	11,6	51,7	1,02	46/1/3	+	+
				24,0	12,5			6,53	8,0	16,0	51,9	1,41	46/1/4	+	+
				34,5	18,5			4,41	11,8	22,7	52,1	2,00	46/1/5	+	—
1,0	6,3	5,3	4,3	11,1	4,3	4,1	6,6	15,93	4,1	7,0	65,8	0,65	46/15/1	+	+
				13,6	5,5			12,46	5,3	8,3	66,1	0,78	46/15/2	+	+
				18,0	7,5			9,14	7,5	10,5	68,4	0,98	46/15/3	+	+
				24,4	10,5			6,53	10,6	13,8	69,0	1,29	46/15/4	+	+
				33,0	14,5			4,73	14,7	18,3	69,7	1,71	46/15/5	+	—
1,0	7,3	6,3	5,3	10,0	3,5	5,1	7,6	11,65	3,9	6,1	45,6	0,68	46/2/1	+	+
				14,5	5,5			7,42	6,2	8,3	46,0	0,92	46/2/2	+	+
				21,5	8,5			4,80	9,9	11,6	47,4	1,29	46/2/3	+	+
				30,5	12,5			3,26	14,5	16,0	47,2	1,78	46/2/4	+	+
				43,5	18,5			2,20	20,8	22,7	45,9	2,52	46/2/5	+	—
1,0	8,3	7,3	6,3	15,4	4,3	6,1	8,6	6,10	8,4	7,0	51,4	0,90	46/25/1	+	+
				19,2	5,5			4,77	10,9	8,3	52,0	1,07	46/25/2	+	+
				25,5	7,5			3,50	15,0	10,5	52,4	1,35	46/25/3	+	+
				35,0	10,5			2,50	21,2	13,8	52,9	1,78	46/25/4	+	+
				47,0	14,5			1,81	28,7	18,3	52,0	2,35	46/25/5	+	—

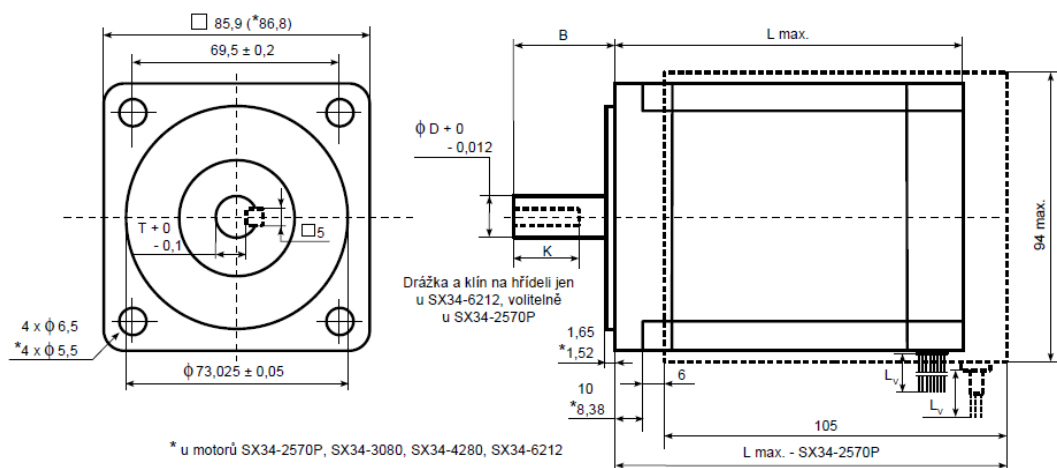
Řada SX - příruba NEMA34

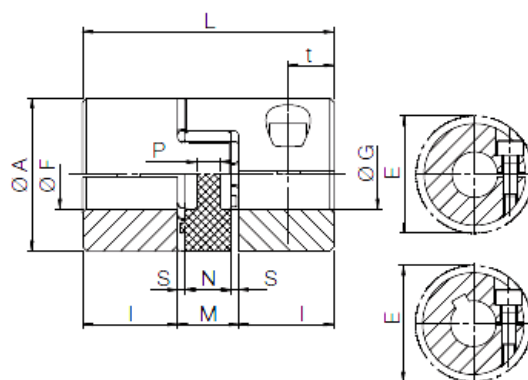
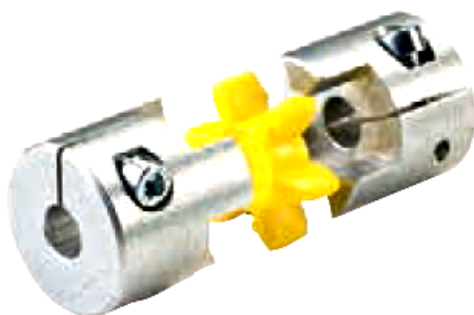
Typ	Statický moment (Nm) bipol. napájení, celokrok, jmen. proud v obou fázích	Jmenovitý proud (A) sériové / paralelní zapojení	Indukčnost (mH) sériové / paralelní zapojení	Odpor (Ω) sériové / paralelní zapojení	Moment setrvačnosti rotoru (kgm²x10⁻³)	Hmotnost (kg)
SX34-2740D	4	2,75 / 5,5	14 / 3,5	1,68 / 0,42	0,14	2,3
SX34-2740N	5,3	2,75 / 5,5	14 / 3,5	1,68 / 0,42	0,14	2,3
SX34-2570P	7	2,5 / 5	22,4 / 5,6	1,9 / 0,47	0,27	4
SX34-2970	7	2,9 / 5,8	16,4 / 4,1	1,5 / 0,375	0,18	3
SX34-4570	7	4,5 / 9	5,68 / 1,42	0,76 / 0,19	0,18	3
SX34-3080	8	3 / 6	22,4 / 5,6	1,9 / 0,47	0,27	3,8
SX34-4280 / SX34-4280D	8	4 / 8	11,2 / 2,8	1,1 / 0,275	0,27	3,8
SX34-6080D	8	6 / 12	5,6 / 1,4	0,47 / 0,12	0,27	3,8
SX34-4595	9,5	4,5 / 9	8,4 / 2,1	1,06 / 0,265	0,25	4
SX34-7095	9,5	7 / 14	3,4 / 0,85	0,425 / 0,11	0,25	4
SX34-5010	10	5 / 10	6,6 / 1,65	0,7 / 0,175	0,27	3,7
SX34-6212	12	6,2 / 12,4	9,6 / 2,4	0,66 / 0,165	0,4	5,3

D - motor s hřídelí na obě strany

P - provedení s ochranným zalitím a utěsněnou hřídelí

Typ	Hřídel			Délka		Vývody		
	D	T	K	L max.	B	Délka vývodů L _v	Počet	AWG
SX34-2740N	12,7	-	-	79	31,75	500	8	20
SX34-2570P	12,7	-(9,7)	-(25)	120	31,75	500	8	20
SX34-2970	12,7	-	-	98	31,75	300	8	20
SX34-4570	12,7	-	-	98	31,75	300	8	20
SX34-3080	12,7	-	-	118	31,75	500	8	20
SX34-4280	12,7	-	-	118	31,75	500	8	18
SX34-4595 / SX34-7095	12,7	-	-	126	37	300	8	20
SX34-5010	12,7	-	-	115	31,75	400	8	20
SX34-6212	15,875	12,875	25	156	31,75	2000	8	20





Typ 1

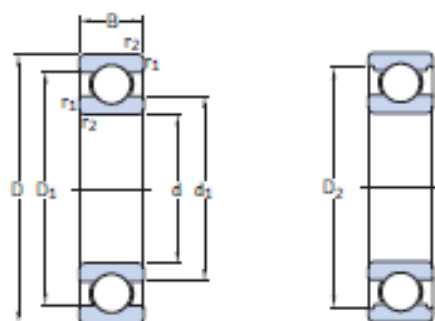
19/24	6	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02851	-	ks
	10	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02843	F07342	ks
	11	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02844	N02852	ks
	12	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02845	N02853	ks
	14	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02846	N02854	ks
	15	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02847	N02855	ks
	16	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02848	F11111	ks
	18	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02818	F11506	ks
	19	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02849	N04183	ks
	20	40	18,0	66	25	16	12	2,0	3,5	12,0	45,7	1	N02850	N02856	ks

Přenos krouticího momentu [Nm]

Dle Ø díry [mm], při toleranci hřídelí k6

Velikost	Ø4	Ø5	Ø6	Ø7	Ø8	Ø9	Ø10	Ø11	Ø12	Ø14	Ø15	Ø16	Ø19	Ø20	Ø22	Ø24	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø35	Ø38	Ø40	Ø42	Ø45
7	0,7	0,8	1,0	1,1																					
9	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8																		
14			2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,6	5,0	5,8	6,2	6,6													
19/24							23	25	27	32	34	36	43	45											
24/28							23	25	27	32	34	36	43	45	50	54	57	63							
28/38										58	62	66	79	83	91	100	104	116	124	133	145				
38/45													79	83	91	100	104	116	124	133	145	158	166	174	187

Velikost	Šroub		Náboj		Otáčky max. [min ⁻¹]	Pozice drážky vůči zářezu náboje
	Velikost	Utahovací moment [Nm]	Hmotnost* [kg/ks]	Moment setrvačnosti** [10 ⁻⁶ kgm ²]		
7	M2	0,35	0,003	0,085	40.000	-
9	M2,5	0,75	0,007	0,420	28.000	-
14	M3	1,40	0,018	2,600	19.000	180°
19/24	M6	11,00	0,071	18,100	14.000	120°
24/28	M6	11,00	0,156	74,900	10.600	90°
28/38	M8	25,00	0,240	163,900	8.500	90°
38/45	M8	25,00	0,440	465,500	7.100	90°



Hlavní rozměry			Únosnost dyna- mická C	sta- tická C ₀	Mezní únavové zátížení P _e	Připustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B				Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN		kN	min ⁻¹		kg	–
12	21	5	1,43	0,67	0,028	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,25	0,98	0,043	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,10	60 000	38 000	0,022	+6001
	30	8	5,07	2,36	0,10	56 000	34 000	0,023	16101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	+6201
	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,060	+6301
15	24	5	1,56	0,8	0,034	60 000	38 000	0,0074	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,025	+16002
	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,030	+6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	+6202
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	+6302
17	26	5	1,68	0,93	0,039	56 000	34 000	0,0082	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,018	61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,032	+16003
	35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,039	+6003
	40	9	9,56	4,75	0,2	38 000	24 000	0,048	98203
	40	12	9,95	4,75	0,2	38 000	24 000	0,065	+6203
	40	12	11,4	5,4	0,228	38 000	24 000	0,064	6203 ETN9
	47	14	14,3	6,55	0,275	34 000	22 000	0,12	+6303
	62	17	22,9	10,8	0,455	28 000	18 000	0,27	6403
20	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	28 000	0,018	61804
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	26 000	0,038	61904
	42	8	7,28	4,05	0,173	38 000	24 000	0,050	+16004
	42	9	7,93	4,5	0,19	38 000	24 000	0,051	98204 Y
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	24 000	0,069	+6004
	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	20 000	0,11	+6204
	47	14	15,6	7,65	0,325	32 000	20 000	0,096	6204 ETN9
	52	15	16,8	7,8	0,335	30 000	19 000	0,14	+6304
	52	15	18,2	9	0,38	30 000	19 000	0,14	6304 ETN9
	72	19	30,7	15	0,64	24 000	15 000	0,40	6404
22	50	14	14	7,65	0,325	30 000	19 000	0,12	62/22
	56	16	18,6	9,3	0,39	28 000	18 000	0,18	63/22